

NOTICE D'UTILISATION DU RHIZOSCOPE

Un outil de phénotypage racinaire

07/06/2013
CIRAD

S. ROQUES, A. DARDOU, J P. FLEURIOT, P. THAUNAY, A. AUDEBERT

Sommaire

Introduction :	3
Description :	3
Vue générale du Rhizoscope :	5
L'unité de culture :	6
Détail d'une rhizoboxe :	7
Modes de fonctionnement :	9
Unité individuelle :	9
Deux sous-blocs de deux unités :	10
Les 4 unités reliées ensemble par la cuve de mélange :	11

Présentation

Introduction :

Le développement de variétés végétales résistantes au stress abiotique est crucial dans le contexte actuel de changements climatiques mondiaux et de crise alimentaire. L'amélioration variétale pour la résistance à la sécheresse et aux contraintes alimentaires, passe par une caractérisation fine des mécanismes d'adaptation du végétal tant au niveau du système aérien que racinaire. L'amélioration des plantes, qui dispose de techniques de génotypage très efficaces, requiert désormais des outils de phénotypage tout aussi performants.

L'outil présenté ici permet une expression complète du potentiel racinaire en visualisant l'architecture et la progression de son front de croissance. Le Rhizoscope présente également l'avantage de pouvoir caractériser le système racinaire jusqu'à l'âge adulte (30 jours). Ces caractéristiques sont différentes et complémentaires des tolérances physiologiques criblées sur d'autres plateformes présentes sur Montpellier (PHENOARCH, PHENODYN).

Description :

Le CIRAD a développé le Rhizoscope : un système original permettant la visualisation du système racinaire en utilisant un substrat inerte constitué de billes de verre prises en sandwichs entre 2 feuilles de plexiglas transparentes.

Ce dernier présente trois avantages principaux:

- recréer les conditions d'une certaine résistance mécanique à la pénétration tout en se débarrassant des propriétés chimiques d'un sol et de son hétérogénéité ;
- écarter les difficultés dues au nettoyage des racines.
- permettre une bonne visibilité des racines, ainsi qu'un couplage avec des outils d'imagerie performants.

C'est un outil à moyen débit de culture en hydroponie qui permet de phénotyper le système racinaire de 192 plantes. Chaque plante étant placée dans une unité de base appelée « rhizoboxe ». Un système d'irrigation est associé au dispositif pour alimenter chaque plante.

Selon les espèces et les objectifs de l'expérimentation, la durée de la culture peut varier de 2 à 4 semaines. Les observations peuvent être faites en cours de culture par transparence au travers des rhizoboxes (suivi dynamique de la croissance d'une racine par exemple), moyennant certaines précautions, puis en fin de culture après avoir retiré les billes de verres des rhizoboxes (angle, profondeur racinaire...).

Le Rhizoscope se situe actuellement dans le phytotron N°3 de la serre 17 du site de Lavalette.

Figure1 : Vue d'une unité du rhizoscope



Figure2 : Vue d'une rhixoboxe, avec billes et plant de riz



Figures 3 et 4 : Vue d'ensemble des rhixoboxe

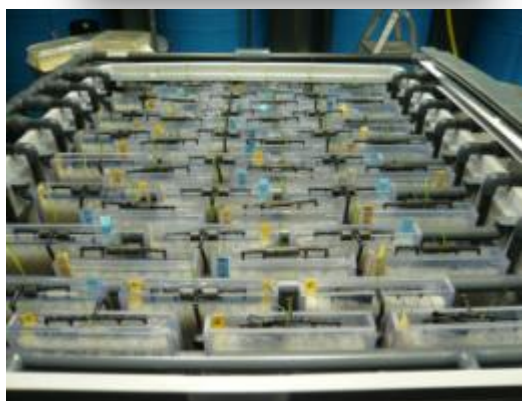
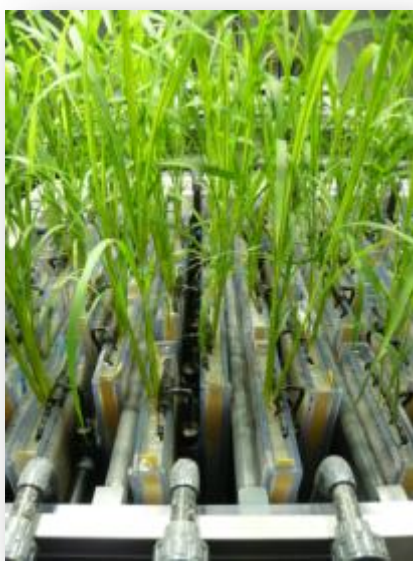


Figure5 : Vue d'une rhixoboxe sans bille dans le rhizomaton



Vue générale du Rhizoscope :

Les 192 rhizoboxes sont réparties dans 4 bacs de cultures et alimentées par 4 cuves de solutions nutritives. Chaque bac représente une unité de 48 rhizoboxes disposées en quinconce. Le système peut fonctionner en bac individuel, deux bacs par deux bacs, ou les 4 ensembles grâce à une cuve centrale dite « de mélange ». Cette organisation permet d'imposer différents traitements (différence de composition de la solution nutritive; différences de température de la solution nutritive).

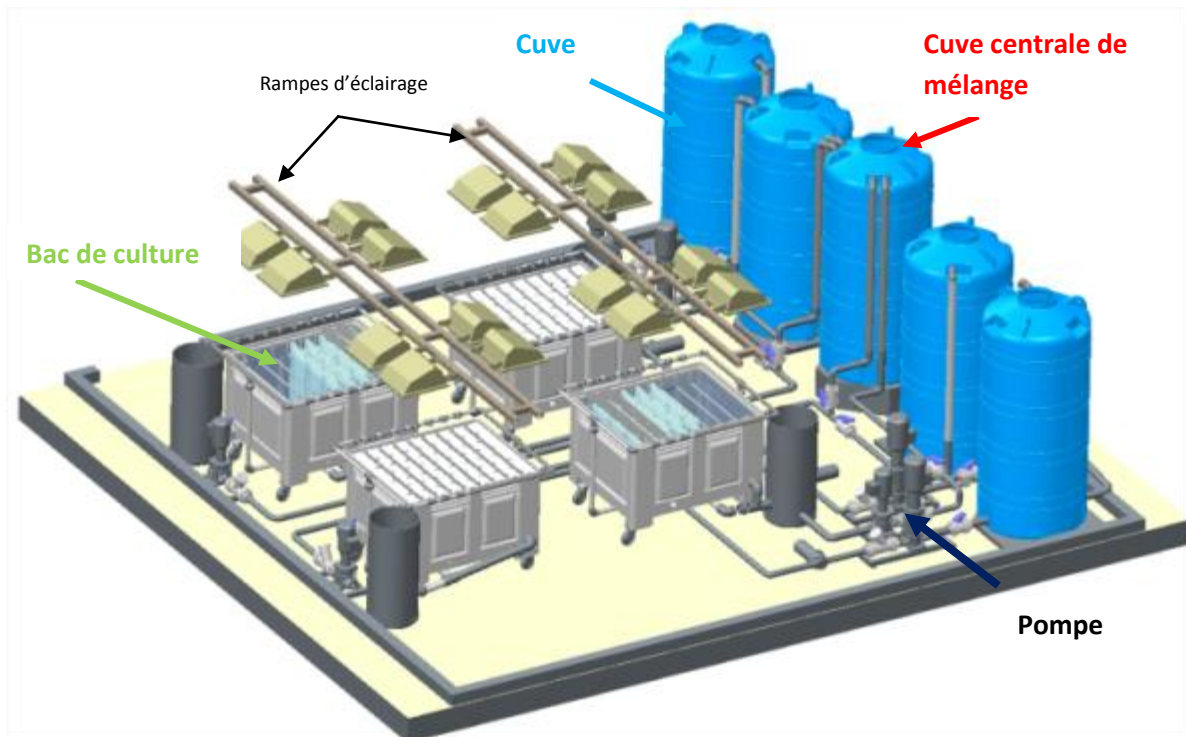


Schéma d'ensemble du Rhizoscope (P. Thaunay)



Le rhizoscope : vue d'ensemble (S.Roques)

L'unité de culture :

La solution nutritive circule en circuit fermé. La solution stockée dans la cuve est mise en pression par une pompe qui alimente au même débit réglable chacune des 48 rhizoboxes du bac de culture. Cela représente une unité du Rhizoscope.

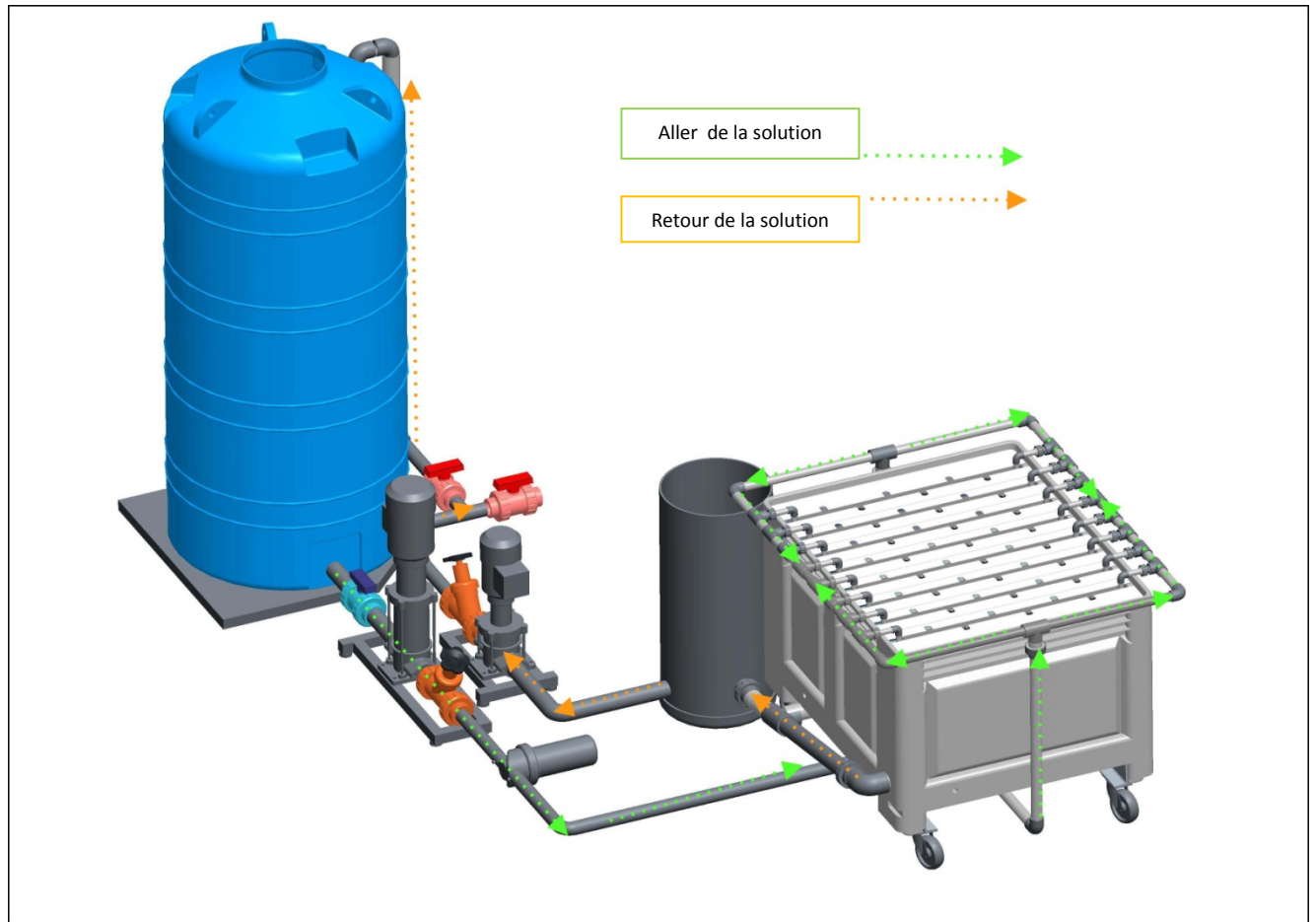
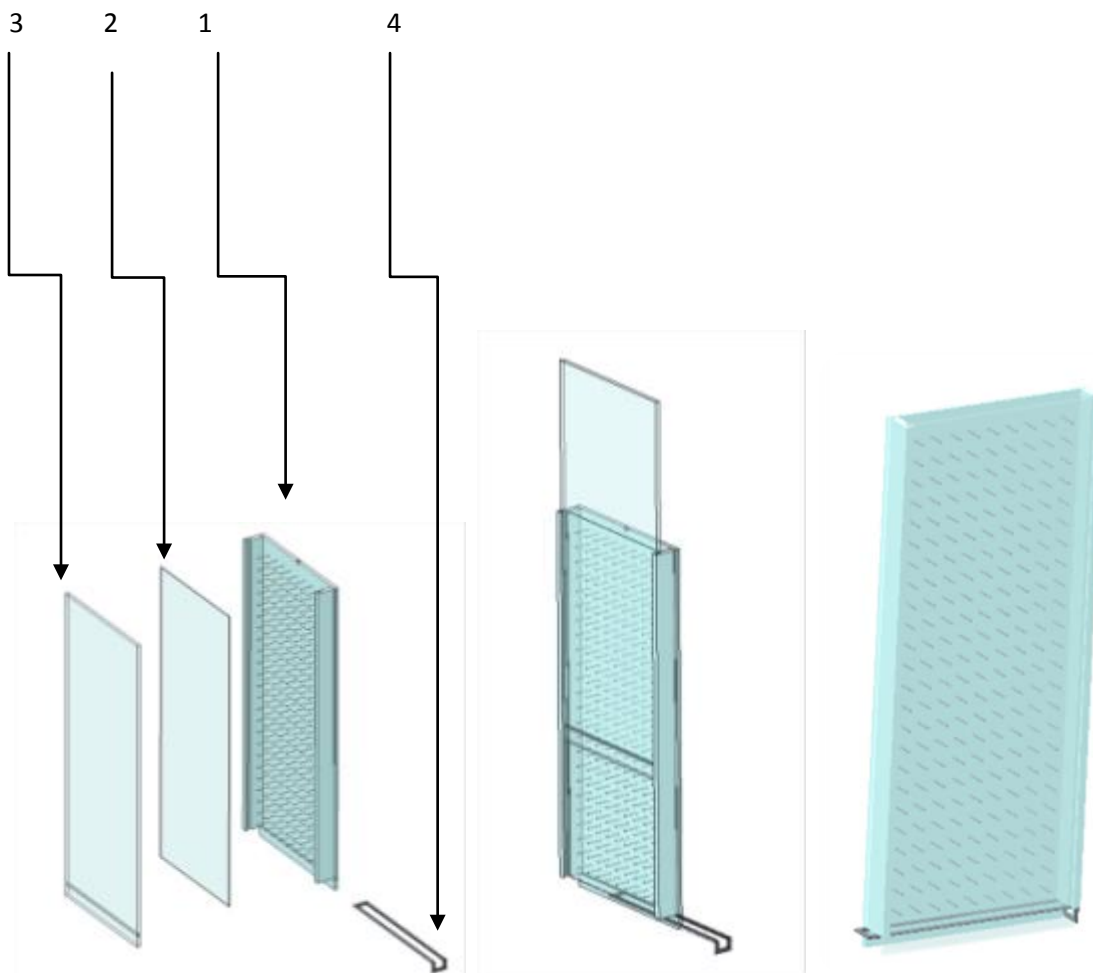


Schéma d'une unité du Rhizoscope (P Thaunay)

Détail d'une rhizoboxe :

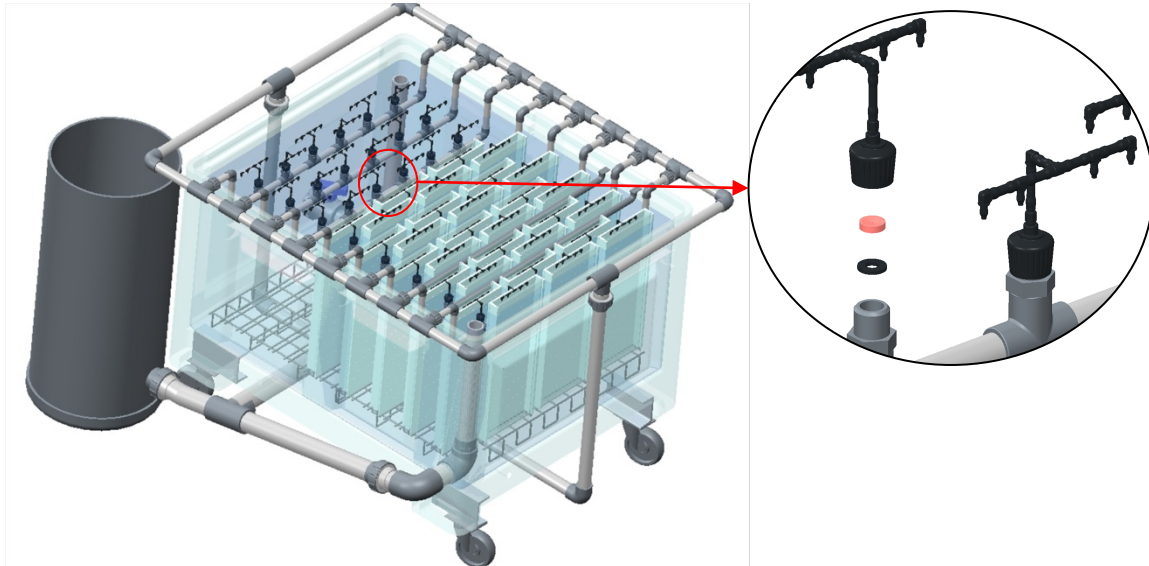
Chaque rhizoboxe fait 50 *20* 2.4 cm ; elle est composée de quatre pièces :

- 1 : Une première paroi fixe composée d'un maillage fixe (2cm*2cm),
- 2 : une sous-plaque souple en plexi glass
- 3 : une seconde paroi mobile
- 4 : une trappe grillagée amovible sur la base inférieure



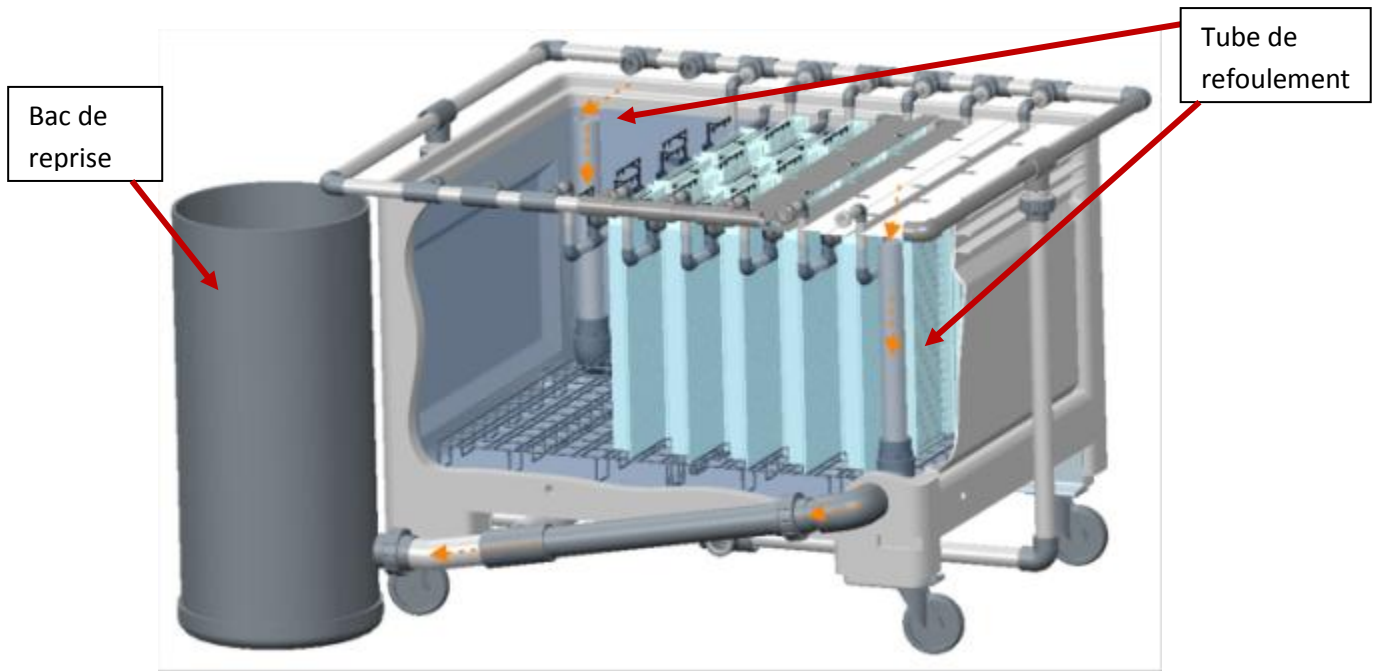
Détail d'une rhizoboxe (P Thaunay)

Chaque rhizoboxe est alimentée individuellement au même débit grâce à une buse en céramique.



Après son passage à travers les rhizoboxes, la solution est évacuée du bac de culture en se déversant par deux tubes de refoulement dans le bac de reprise.

Une seconde pompe renvoie ensuite la solution du bac de reprise vers la cuve de stockage.



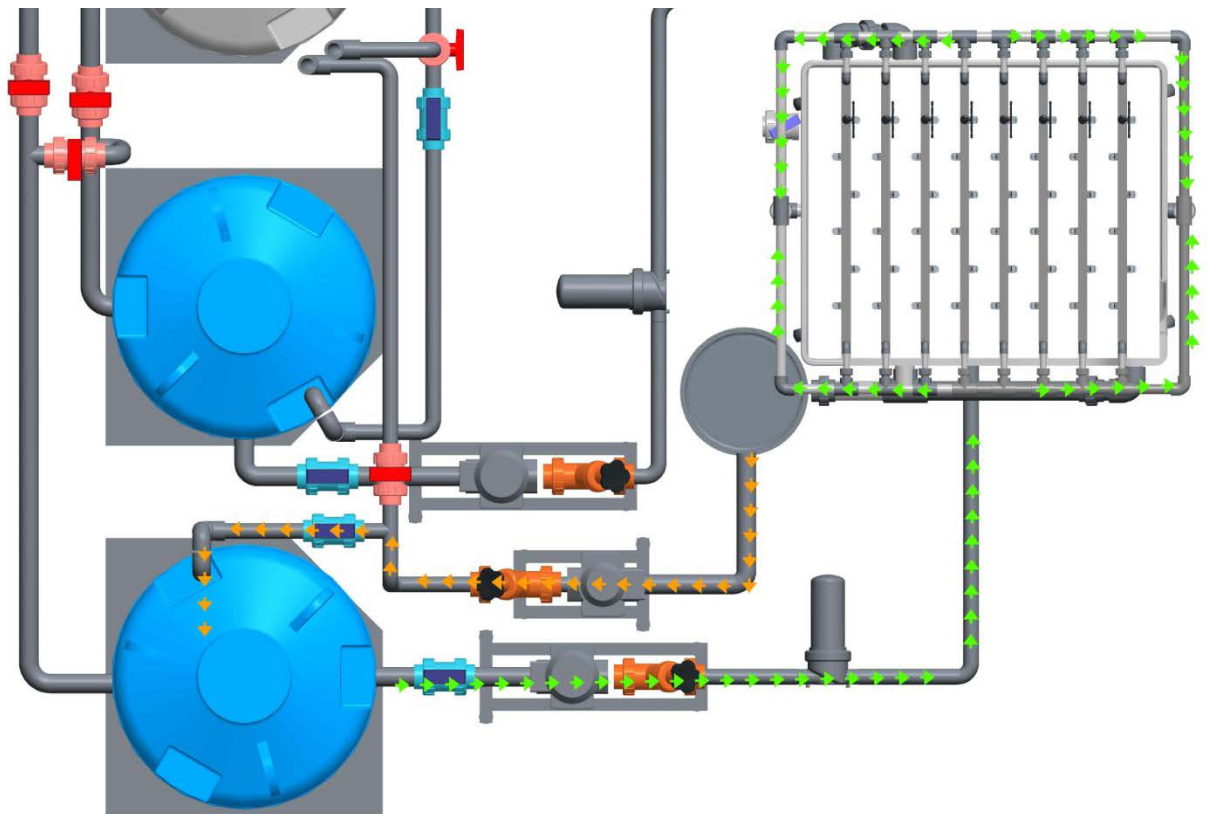
Détail d'une unité (P. Thaunay)

Modes de fonctionnement :

Le Rhizoscope possède un ensemble de canalisation et de vannes directionnelles qui permettent de faire fonctionner le système selon trois modes différents en fonction des modalités expérimentales choisies :

Unité individuelle :

Les 4 unités de 48 rhizoboxes sont indépendantes. Dans cette configuration, 4 traitements différents maximum peuvent être mis en place.

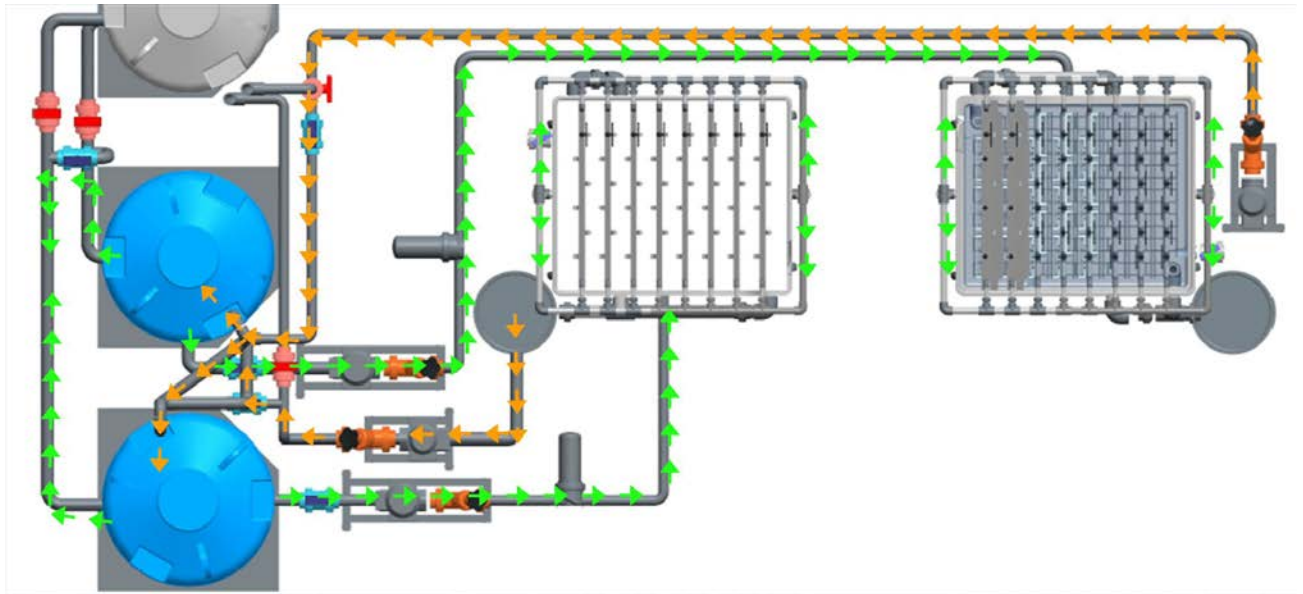


Vue de dessus du mode unité individuelle (P. Thaunay)

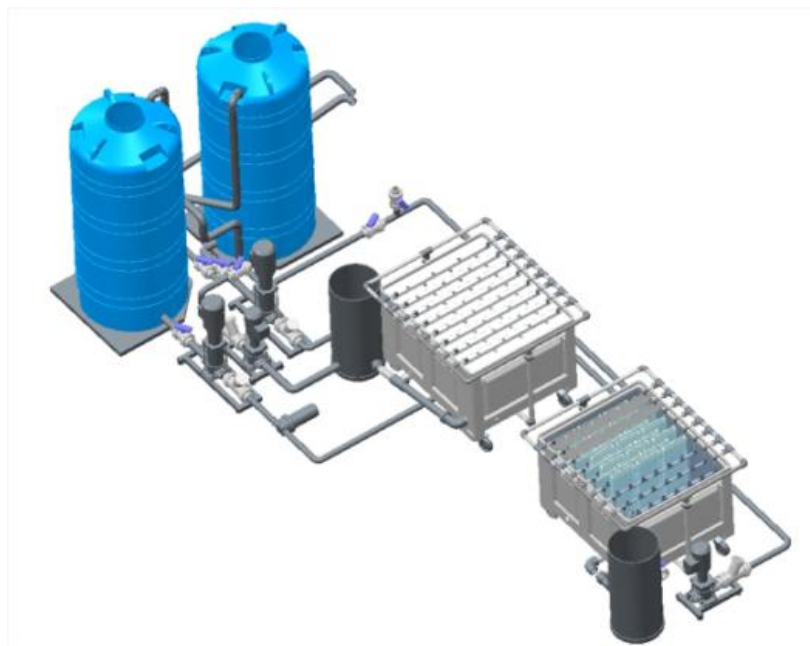
Deux sous-blocs de deux unités :

Deux sous-blocs composés de 2 unités chacun / 2 bacs de culture. Deux traitements différents de 96 rhizoboxes peuvent être mis en place.

C'est la même solution qui circule entre les deux sous unité grâce à un système de retour croisé (le retour de la solution du bac 1 va dans la cuve du bac 2 et inversement, et les deux bacs sont reliés entre eux).



Vue de dessus du mode 2*2 unités (P. Thaunay)

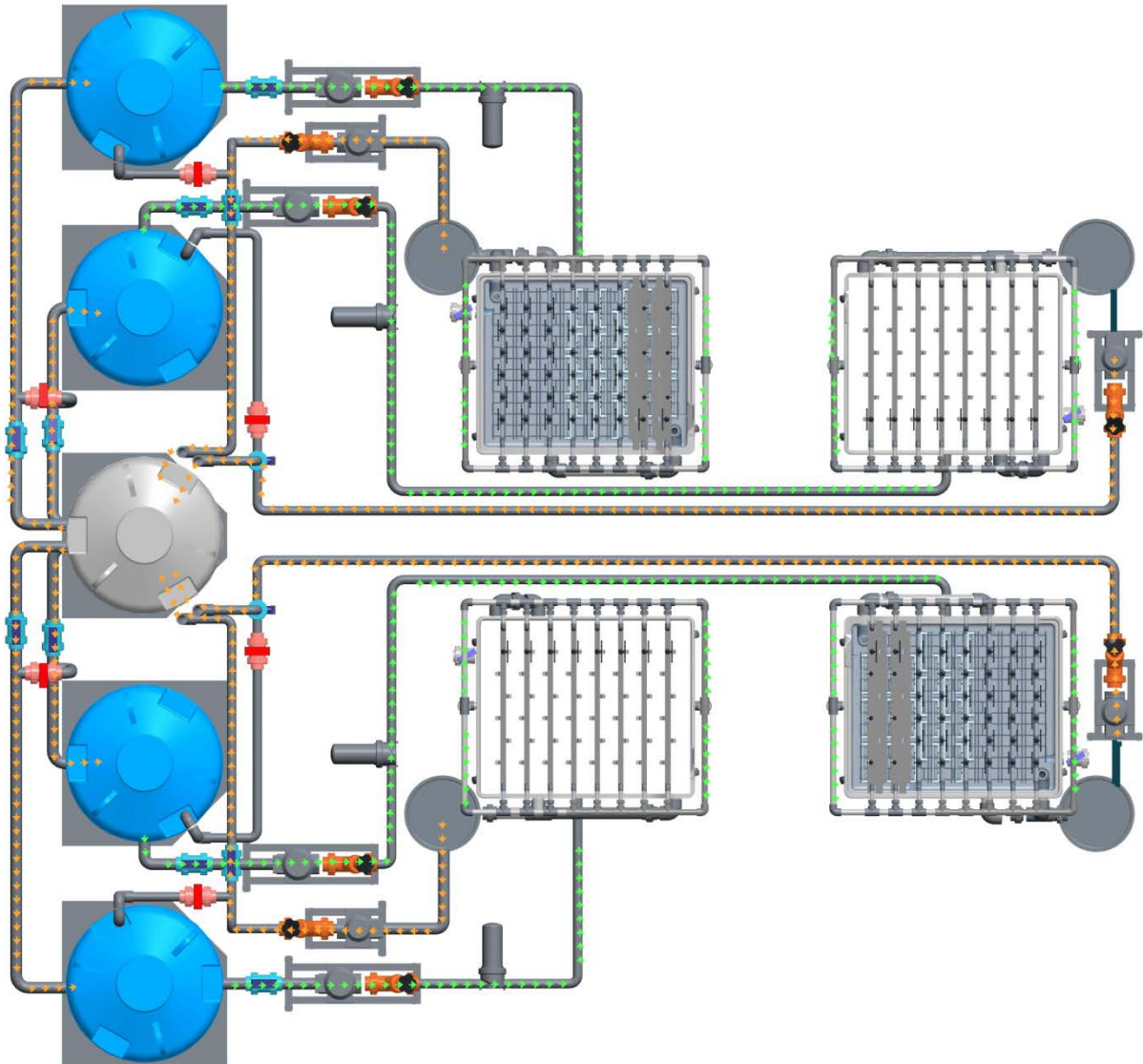


Vue d'ensemble du mode 2*2 unités (P. Thaunay)

Les 4 unités reliées ensemble par la cuve de mélange :

Les 4 unités sont reliées ensemble par la cuve de mélange soit 4 bacs de culture avec la même solution nutritive.

La solution de chaque bac de culture est renvoyée à la cuve centrale et se répartit par gravité dans les 4 autres cuves.



Vue de dessus du mode 4 unités ensemble (P. Thauhay)

Présentation générale du Rhizoscope :

A lire avant utilisation et présentation du Rhizoscope.

FINAL notice_rhizo_presentation.docx

A relies

FINAL notice_rhizo_Annexe1_presentation du materiel.docx

FINAL notice_rhizo_Annexe5_groupe froid de la solution.docx

Utilisation du Rhizoscope :

FINAL notice_rhizo_guide d'utilisation.docx

Les étapes plastifiées

FINAL notice_rhizo_Annexe2_puisage_eau_osmosee.docx

FINAL notice_rhizo_Annexe3_utilisation des pompes.docx

FINAL notice_rhizo_Annexe4_mode de fonctionnement.docx

Le plan de chaque mode à plastifier et afficher

FINAL notice_rhizo_utilisation_fiches techniques.docx

Le détail des étapes par fiche individuelle (sous pochette amovible dans classeur sur place)

FINAL_notice_rhizo_Annexe 6_Mesures_suivi.docx

RHIZOSCOPE

Fiches techniques

07/06/2013

CIRAD

Auteurs : S ROQUES / A DARDOU

Co-auteurs: JP FLEURIOT / P THAUNAY / A AUDEBERT

Sommaire

1. Positionnement des griffes d'irrigation	3
2. Assemblage des rhizoboxes.....	4
3. Positionnement des filtres.....	5
4. Amorçage de la pompe d'alimentation.....	6
5. Amorçage de la pompe de refoulement	8
6. Vérification de l'absence de fuites des griffes.....	10
7. Remplissage des rhizoboxes avec les billes.....	11
8. Refroidissement de la solution.....	12
9. Rinçage	13
10. Mise à sec des unités.....	14
11. Préparation des solutions mères.....	17
12. Préparation de la solution nutritive	18
13. Le régulateur du pH.....	20
14. Repiquage des plantules.....	23
15. Pose des caches lumières.....	24
16. Appareil portatif de mesure de pH et conductivité : CONSORT C5010.....	25
17. Au quotidien	26
18. Récolte & Mesures Finales	27
19. Nettoyage	31

1. Positionnement des griffes d'irrigation

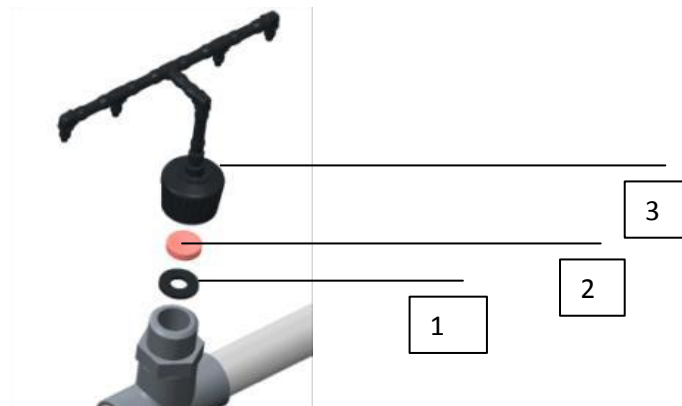
Dans le phytotron :

Préparer le matériel :

Griffes, joints noirs et joints en céramique.

Procédure :

Le plus pratique est de placer tout cela directement sur la rampe, par ordre de position à partir du pas de vis :



1. Le joint noir,
2. La pastille en céramique avec le cône vers le bas,
3. La griffe d'irrigation.

Chaque élément (joint, pastille) doit être bien centré afin de ne pas modifier le débit des griffes. Celles-ci sont vissées au maximum mais sans forcer, en restant dans le pas de vis.

2. Assemblage des rhizoboxes

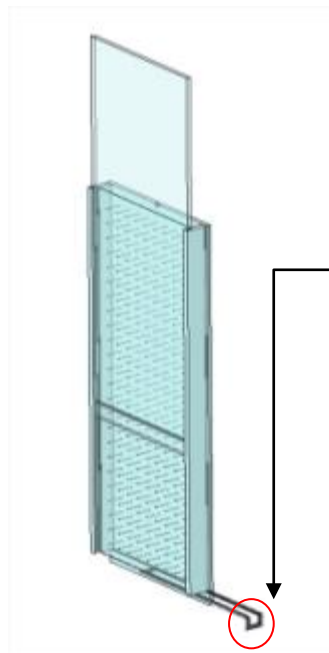
Dans le local technique serre 17

Préparer le matériel :

Bac gris avec rhizoboxes démontées, contre-plaques et trappes grillagées de fond.

Procédure :

1. Sur le coté fixe de la rhizoboxe, positionner la contre-plaque souple sur les picots. L'encoche vient se caler sur le picot central de la dernière ligne de picots en bas.
2. Faire glisser le coté amovible de la rhizoboxe dans les rainures en partant du haut.
3. Fermer la rhizoboxe avec la grille de fond amovible de la façon suivante : **la languette** de la plaque se situe dans la **partie inférieure gauche** de la rhizoboxe et **est orientée vers le bas** pour pouvoir la retirer facilement par la suite.



4. Ranger les rhizoboxes montées dans le bac gris de stockage.

3. Positionnement des filtres

Dans le phytotron

Préparer le matériel

Chaque unité a un filtre numéroté; la clé de serrage est dans la boîte à outils.

Procédure :

- Positionner les filtres bleus dans le tube noir,
- Les positionner sur le pas de vis,
- Visser jusqu'au maximum **mais sans forcer**,

Commencez en vissant à la main et finissez avec la pince noire de serrage :



4. Amorçage de la pompe d'alimentation

Dans le phytotron

Préparer le matériel :

- Vérifier que le niveau d'eau dans la cuve d'alimentation est au minimum de 250 litres,
- Vérifier que la vanne d'alimentation est ouverte,
- Prendre la clé plate de 17 dans la caisse à outils,
- Prendre la clé à coffre électrique.

Procédure :

- L'amorçage d'une pompe :

Pour des raisons de sécurité, l'amorçage des pompes s'effectue toujours à deux. Une personne manipule uniquement les pompes (« intervenant pompes ») et l'autre uniquement les boîtiers électriques (« intervenant boitier »). Il s'agit dans ce dernier cas d'un permanent habilité.

Intervenant pompes :

Dévisser lentement la vis afin de ne pas recevoir un jet d'eau.

Si de l'eau sort, vous pouvez revisser la vis, sans trop serrer et mettre la pompe en route.

Si l'eau ne sort pas immédiatement attendre que l'eau sorte puis revisser la vis, puis mettre la pompe en route.



- Allumage des pompes :

Chaque unité de culture est reliée à un coffre électrique identifié par son numéro.



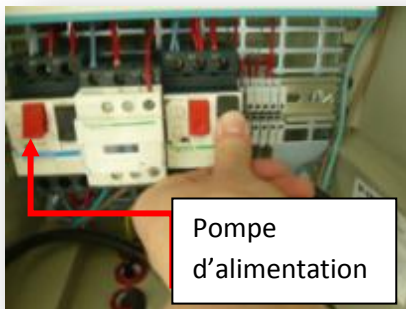
Intervenant Boitier :

Positionner le coffre hors tension, en baissant la manette noire sur la droite à l'extérieur du coffre. Le voyant lumineux situé devant le coffre doit s'éteindre.



Ouvrir le coffre à l'aide de la clé à coffre grise présente dans la boîte à outils,

Enclencher le disjoncteur correspondant, indiqué par une étiquette.



Contacteur **NOIR appuyé**, contacteur ROUGE levé : Pompe **EN MARCHÉ**

Contacteur **ROUGE appuyé**, contacteur NOIR levé : Pompe **EN ARRET**

Refermer le coffre et mettre la manette noire en position haute pour que le système soit sous tension (le voyant lumineux doit s'éclairer).

Mettre la pompe en marche, en positionnant le bouton sur ON



Réglage de la vanne réglable de la pompe d'alimentation :



Ce réglage est fait en définissant votre pression grâce aux manomètres situés avant et après le filtre, et aussi par le manomètre situé sur le bac de culture. La valeur de ces trois manomètres doit être identique.

5. Amorçage de la pompe de refoulement

Dans le phytotron

Préparer le matériel :

- La pompe d'alimentation est sur arrêt,
- Vérifier que le niveau d'eau du bac de refoulement soit supérieur au niveau de la vis d'amorçage de la pompe,
- Vérifier que la vanne d'orientation de la solution est bien ouverte en direction de la cuve de la même unité,
- Prendre la clé plate de 17 dans la caisse à outils,
- Prendre la clé à coffre électrique.

Procédure :

- L'amorçage d'une pompe :

Pour des raisons de sécurité, l'amorçage des pompes s'effectue toujours à deux. Une personne manipule uniquement les pompes (« intervenant pompes ») et l'autre uniquement les boîtiers électriques (« intervenant boîtier »). Il s'agit dans ce dernier cas d'un permanent habilité.

Intervenant pompes :

Dévisser lentement la vis afin de ne pas recevoir un jet d'eau.

Si de l'eau sort, vous pouvez revisser la vis, sans trop serrer et mettre la pompe en route.

Si l'eau ne sort pas immédiatement attendre que l'eau sorte puis revisser la vis, puis mettre la pompe en route.



- Allumage des pompes :

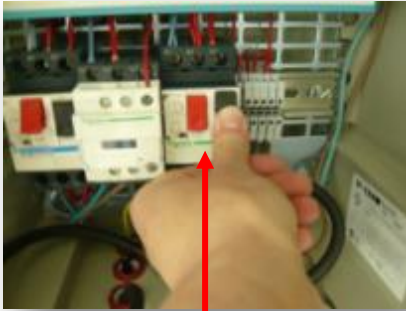
Chaque unité de culture est reliée à un coffre électrique identifié par son numéro.

Intervenant boîtier : Positionner le coffre hors tension, en baissant la manette noire sur la droite

à l'extérieur du coffre. Le voyant lumineux situé devant le coffre doit s'éteindre.



Ouvrir le coffre à l'aide de la clé à coffre grise présente dans la boîte à outils,



Pompe de
refoulement

Enclencher le disjoncteur correspondant, indiqué par une étiquette.

Contacteur **NOIR appuyé**, contacteur ROUGE levé : Pompe **EN MARCHÉ**

Contacteur **ROUGE appuyé**, contacteur NOIR levé : Pompe **EN ARRET**



La pompe se met en marche automatiquement :

Les pompes de reprises ne fonctionnent pas en continu; leur mise en marche est dirigée par le flotteur rouge présent dans le bac de reprise qui permet un niveau haut (mise en route de la pompe) et un niveau bas (arrêt de la pompe) ; ce flotteur est réglé par défaut.

NE PAS MODIFIER CE REGLAGE !



Régler de la vanne réglable de la pompe de refoulement :

A chaque modification de la pression de la pompe d'alimentation (surtout en augmentant la pression), il faut régler la vanne de refoulement. La pompe de refoulement doit fonctionner quasiment en continu. Pour effectuer ce réglage, observer le débit de refoulement sur la jauge extérieure. La jauge doit toujours être en niveau descendant et descendre le plus lentement possible.

Assurez-vous que la solution retourne bien dans la cuve bleue choisie.

6. Vérification de l'absence de fuites des griffes

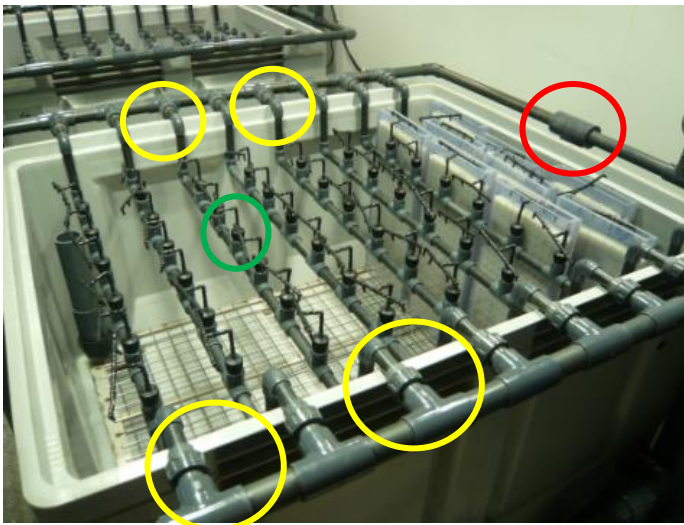
Mettre en pression le dispositif et contrôler qu'aucune goutte ne soit présente sur l'ensemble du réseau d'irrigation :

- 1) Repérage des points de fuites (par des fils ou des étiquettes ou autres au choix...)
- 2) Arrêter la pompe d'alimentation = position ARRET sur la face du boîtier électrique
- 3) Contrôler la présence et le bon centrage des joints et/ou des pastilles, dévisser, remplacer correctement, revisser.

Il est conseillé d'effectuer à deux ces vérifications et ce, en plusieurs fois, selon l'importance des fuites en question.

Fuites possibles :

- Aux deux arrivées principales des rampes d'alimentation : joint oublié, tombé ou mal serré
- Aux extrémités des 8 rampes d'alimentation :



- Au niveau des griffes (avec des gants) : dévisser, remplacer le joint et la pastille en veillant à ne pas les faire tomber dans le bac de culture ; si cela ne suffit pas, insérer du téflon sur le pas de vis et bien revisser).
- 4) Mettre la pompe d'alimentation en position MARCHE sur le boîtier électrique, vérifier les modifications effectuées. Renouveler l'opération si besoin.

7. Remplissage des rhizoboxes avec les billes

Dans le phytotron ou dans le local technique serre 17

Préparer le matériel :

- Bac avec les rhizoboxes montées,
- Bille de 1.5 mm ou 5 mm stockées dans les sacs,
- Entonnoir de remplissage,
- Doseur pour une rhizoboxe,
- Bac de vidange blanc,
- Chariot roulant bleu,
- Bac de 500 litres bleu,
- Bloc carré.

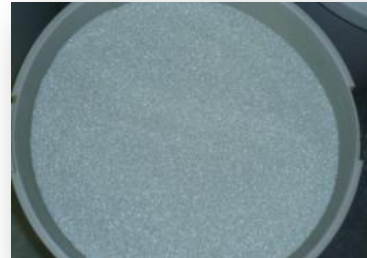


Figure 1 Billes de 1.5mm

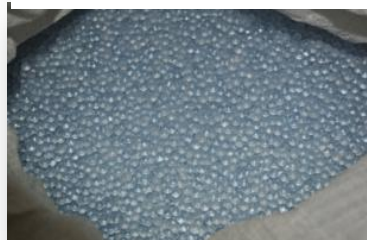


Figure 2 Billes de 5 mm

Procédure :

Au préalable, on aura vérifié que l'ensemble des (trappes) grilles coulissantes est stable. Si ce n'est pas le cas, on échange avec la grille d'une autre rhizoboxe.

Deux cas de figure se présentent selon la taille des billes (le choix du diamètre des billes est à fixer au préalable en fonction de vos objectifs):

Billes de 1.5mm : Dans le SAS ou à l'intérieur du phytotron.

Remplissage dans le bac de vidange blanc uniquement.

- On place le bloc carré au fond du bac de vidange et on positionne 4 rhizoboxes bien perpendiculaires au dessus.
- Positionner ensuite l'entonnoir sur la première rhizoboxe à remplir.
- Remplir le doseur
- Verser les billes de façon homogène dans chaque rhizoboxe jusqu'au niveau du premier rang de picots. Vous pouvez ainsi remplir les 3 rhizoboxes suivantes.
- Puis positionner chaque rhizoboxe dans les bacs de culture, **l'encoche de la rhizoboxe doit être en face de chaque griffe.**

Billes à 5 mm : Dans le phytotron

Le remplissage peut se réaliser directement dans les bacs de culture

- On place les rhizoboxes bien verticalement dans chaque bac de culture, avec toujours l'encoche de la rhizoboxe bien alignée face à la griffe.
- On pose ensuite les barres intercalaires en PVC afin d'assurer un maximum de stabilité.
- On a placé le chariot roulant à proximité des bacs de culture et à hauteur des mains : les sacs de billes y sont posées.
- On positionne l'entonnoir sur la première rhizoboxe à remplir, avec le doseur on verse une quantité fixe de billes pour atteindre le dernier rang de picots.
- Positionner enfin la griffe d'irrigation dans son encoche.

8. Le refroidissement de la solution

L'ensemble des unités fonctionne en circuit fermé et le passage répété de la solution nutritive à travers les pompes augmente sa température.

Au cours de l'étape de rinçage et lors de la mise en solution, le système de refroidissement de la solution est à mettre en marche.

Procédure :

➤ Au niveau du groupe froid :

A l'extérieur à l'arrière de la serre 17, mettre le groupe froid (MTA ; CY020) sur marche en positionnant le bouton marche arrêt rouge sur 1.



Bouton marche/arrêt

➤ Au niveau du thermostat :

A l'intérieur du phytotron :

-Réglage du thermostat (ELIWELL Controls DR4000):

-appuyer sur la touche « set »,

- puis faite varier votre valeur de consigne avec les touches « up » et « down ».

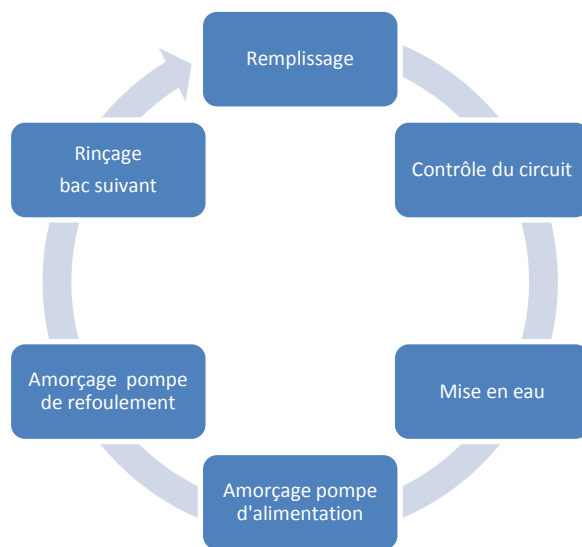


9. Rinçage

Le rinçage et le stockage de l'eau osmosée pour la solution nutritive est faite successivement pour les différentes unités de culture. Chaque unité est configurée en **MODE UNITE INDIVIDUELLE**; se référer au plan d'orientation des vannes affiché au phytotron (réf. :[FINAL_notice_rhizo_Annexe4_mode_de_fonctionnement.docx](#)).

Rappel : le retour de la solution est spécifique à chaque cuve; les vannes communicantes vers la cuve centrale sont fermées.

La procédure décrite ci-dessous s'applique à chaque unité dans l'ordre suivant : la 3, la 4, la 1 puis la 2.



Remplissage de la Cuve :

La cuve est remplie avec 250 L d'eau osmosée.

Contrôle du Bac de culture :

La vanne noire d'évacuation est fermée, les deux tubes d'écoulement sont enlevés, l'ensemble des griffes et rhizoboxes sont bien positionnés.

Mise en eau du bac :

- Vérifier que la vanne d'écoulement de la cuve soit bien fermée.
- Vérifier que tout le circuit d'alimentation du bac soit bien branché et bien vissé.
- Ouvrir la vanne d'alimentation de la cuve.
- Amorcer la pompe d'alimentation (fiche technique 4).
- Régler le débit de la pompe d'alimentation (4 bars).
- Amorcer la pompe de refoulement (fiche technique5).
- Régler le débit de la pompe de refoulement.
- Contrôler les vannes directionnelles pour un retour à la cuve de la même unité.
- Laisser chaque unité en rinçage durant deux heures.

10. Mise à sec des unités

Une fois que le rinçage des bacs est terminé: procéder à la mise à sec des unités ; c'est-à-dire de chaque bac et de sa cuve respective.

Le retour et l'évacuation des eaux de rinçage passent par la cuve centrale et la cuve 2.

Commencer alors par mettre à sec le bac 2 :

1. Arrêter la pompe d'alimentation de la cuve 2.
2. Positionner la vanne bleue directionnelle de refoulement pour que la solution s'évacue vers la cuve centrale.
3. Ouvrez la vanne d'écoulement du bac de culture 2.
4. Vider au maximum le bac de reprise du bac 2 en levant manuellement le flotteur rouge : **attention à s'arrêter AU DESSUS du filtre : celui-ci doit toujours être immergé.**
5. Ouvrir la vanne communicante située entre la cuve 2 et la cuve centrale : elle vous permettra de stocker l'eau de rinçage de tous les bacs.
6. Mettre le boîtier 2 hors tension, disjoncter la pompe de refoulement de l'unité 2.

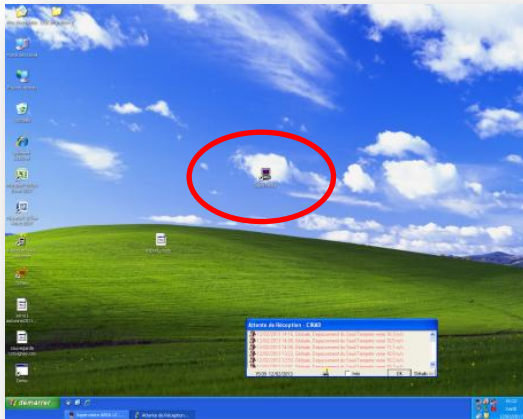
Puis pour chaque unité:

1. Positionner la vanne bleue directionnelle de refoulement pour que la solution s'évacue vers la cuve centrale.
2. Vider au maximum la cuve bleue via la pompe d'alimentation:
Regardez sa jauge et arrêter la pompe d'alimentation lorsque le **niveau atteint la graduation rouge.**
3. Evacuez au maximum le bac de culture en ouvrant sa vanne d'écoulement puis le bac de reprise en levant manuellement le flotteur rouge : **attention à s'arrêter AU DESSUS du filtre.**
4. Mettre le boîtier de l'unité hors tension, disjoncter la pompe de refoulement et la pompe d'alimentation.
5. Branchez le tuyau jaune sur la vanne d'écoulement (situé à côté de la vanne l'alimentation), placez l'extrémité dans l'évacuation située à l'intérieur du phytotron afin de vider au maximum par gravité le fond de la cuve et le circuit

Toutes les eaux de rinçage sont maintenant évacuées dans la cuve centrale et la cuve 2.

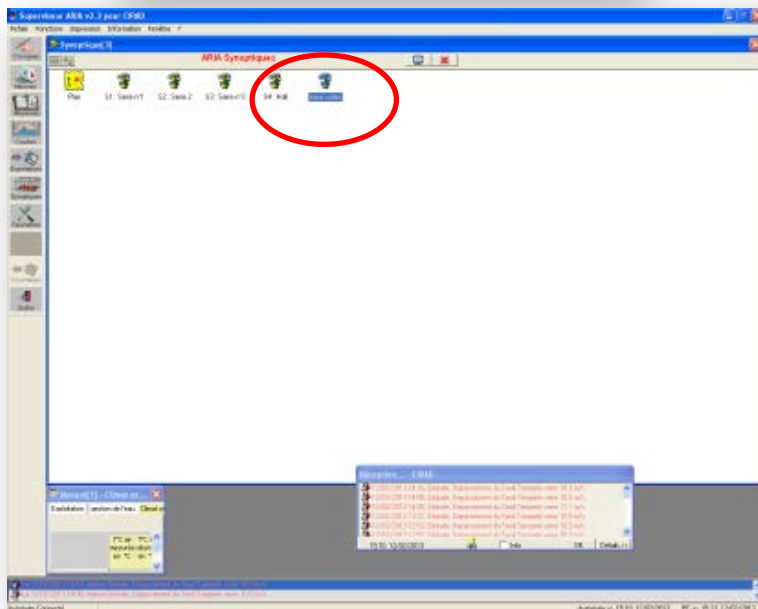
Avant de vidanger **et de préférence la veille**, vérifiez sur le PC de la serre 17, le niveau de la cuve de traitement dans laquelle l'eau de rinçage va s'évacuer. Ces eaux seront traitées au chlore.

(Dans le cas où ces 2 cuves sont pleines : un cycle de désinfection est en cours ou se termine : attendez le lendemain matin ou l'après midi et se référer au technicien de la serre 17 [Rémy Michel ou Christian Chaine] pour avoir un délai plus précis).

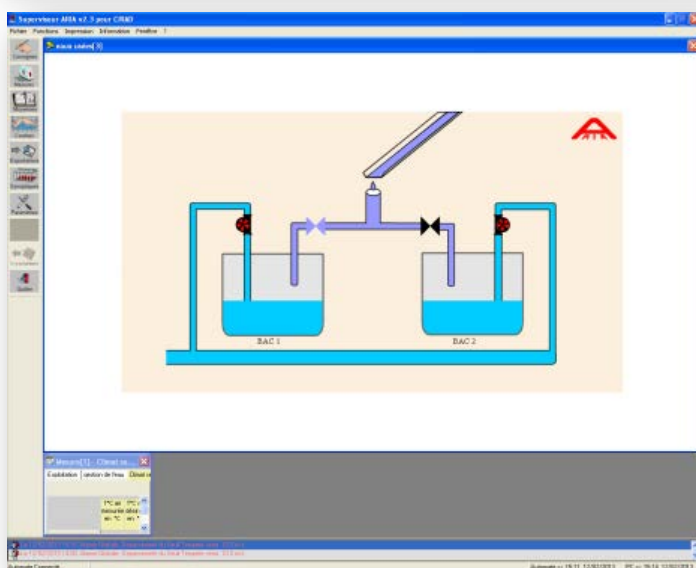


Sur le bureau du PC de la serre 17 :

Ouvrez la fenêtre « Superviseur ARIA v2.3 pour CIRAD » :



Choisissez l'onglet « Synoptiques » puis sélectionner l'icône « Eaux usées »



Comme le présente le schéma ci-dessus : le niveau des cuves de traitement est bas : vous pouvez donc vidanger.

Au Rhizoscope :

Branchez le tuyau jaune d'évacuation sur la vanne d'écoulement de la cuve 2, placez l'extrémité dans l'évacuation située sous la marche de l'entrée du phytotron.

Veillez à ce que l'ensemble des tuyaux soient bien plaqués au sol pour faciliter l'écoulement.

Ouvrir la vanne d'écoulement et laissez vidanger par gravité : environ 1h.

Parallèlement dévisser progressivement les filtres du bac 3, 4 et 1 à côté du filtre et placer l'aspirateur en même temps pour aspirer l'eau. (Afin d'éviter d'inonder trop le sol, car son revêtement est fragile).

Aspirer ensuite le fond des bacs de culture et de la cuve de reprise avec l'aspirateur.

Lorsque le dispositif est sec, revissez les canalisations et placez la plaque blanche sur le bac.

Enfin, aspirez les fonds de cuve avec l'escabeau.

Fermer les vannes d'évacuation et d'alimentation des cuves.

!! Précaution !!

**LORSQUE LES CUVES SONT MISES AU SEC, LES DISJONCTEURS SONT TOUS EN POSITION OFF
= CONTACTEUR ROUGE ENFONCE.**

11. Préparation des solutions mères

En parallèle, procédez à la préparation des solutions mères au laboratoire.

Actuellement, une seule solution nutritive est utilisée au Rhizoscope : la solution dite « CIRAD »

Pour sa préparation, il est nécessaire de préparer dans un premier temps des solutions mères concentrées de chaque élément puis de les diluer lors de la mise en solution.

Les solutions mères sont faites au laboratoire 122 au bâtiment 1 selon le protocole détaillé dans l'annexe 5 ([FINAL notice-rhizoAnnexe5_solution nutritive.xlsx](#))

Solution A incorporer en	Sel	Poids Moléculaire	Solution- mère (g/L)	Concentration solution-mère	Concentration Finale	quantité solution mère (L) pour les quatre unités (3750 L)	EC
NH₄ + Mg 1er	(NH ₄) ₂ SO ₄	132,14	33 g/L	250 mM	0,5 mM	8	Entre 63 et 65 mS/cm
	MgSO ₄ .7H ₂ O	246,49	197,2 g/L	800 mM	1,6 mM		
Ca + K 2ème	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	236,15	141,7 g/L	600 mM	1,2 mM	8	Entre 86 et 91 mS/cm
	KNO ₃	101,11	35,4 g/L	350 mM	0,7 mM		
FeEDTA 4ème	FeSO ₄	278	5,56 g/L	20 mM	100 uM	20	Entre 5.76 et 6.29 mS/cm
	Na ₂ EDTA	372,24	7,44 g/L	20 mM	100 uM		
Oligo- éléments 3ème	MnSO ₄ .H ₂ O	169,02	1,7 g/L	10 mM	10 uM	4	Entre 1730 et 1900 µS/cm
	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O	1235,6	0,2 g/L	0,16 mM	0,16 uM		
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	287,54	0,2 g/L	0,7 mM	0,7 uM		
	CuSO ₄ .5H ₂ O	249,68	0,2 g/L	0,8 mM	0,8 uM		
	H ₃ BO ₃	61,83	1,4 g/L	22,6 mM	22,6 uM		
KH₂PO₄ 5ème	KH ₂ PO ₄	136,09	27,2 g/L	200 mM	0,4 mM	8	Entre 14,31 et 14.86 mS/cm

12. Préparation de la solution nutritive

= Mise en solution

Lorsque le volume total de l'eau osmosée nécessaire est stocké et que l'ensemble des solutions mères sont prêtes, la solution nutritive peut être faite au Rhizoscope.

Les éléments vont être mélangés au volume global de l'eau osmosée grâce aux pompes.

Mode unité individuelle : la mise en solution est faite dans chaque cuve individuelle.

Mode 2 unités : la mise en solution est faite sur une seule des deux cuves et le mélange se fait sur les deux cuves simultanément.

Mode 4 unités : la mise en solution est faite sur les quatre cuves de manière individuelle, puis l'ensemble est mélangé par la cuve centrale.

La mise en solution des 5 éléments est faite selon un ordre précis décrits ci-dessous :

Détail en mode 4 unités ensemble :

Solution à incorporer en	Sel	Poids Moléculaire	Solution-mère (g/L)	Concentration solution-mère	Concentration Finale	Quantité (ml)	quantité (L)	quantité (L)
						pour 1 Litre de solution nutritive	pour 4 unités (3750 L)	chaque cuve 1/2/3/4
NH4 + Mg 1^{er}	(NH4)2SO4	132,14	33 g/L	250 mM	0,5 mM	2	7,5	1,875
	MgSO4.7H2O	246,49	197,2 g/L	800 mM	1,6 mM			
Ca + K 2^{ème}	Ca(NO3)2.4H2O	236,15	141,7 g/L	600 mM	1,2 mM	2	7,5	1,875
	KNO3	101,11	35,4 g/L	350 mM	0,7 mM			
FeEDTA 4^{ème}	FeSO4	278	5,56 g/L	20 mM	100 uM	5	18,75	4,6875
	Na2EDTA	372,24	7,44 g/L	20 mM	100 uM			
Oligo-éléments 3^{ème}	MnSO4.H2O	169,02	1,7 g/L	10 mM	10 uM	1	3,75	0,9375
	(NH4)6Mo7O24.4H2O	1235,6	0,2 g/L	0,16 mM	0,16 uM			
	ZnSO4.7H2O	287,54	0,2 g/L	0,7 mM	0,7 uM			
	CuSO4.5H2O	249,68	0,2 g/L	0,8 mM	0,8 uM			
	H3BO3	61,83	1,4 g/L	22,6 mM	22,6 uM			
KH2PO4 5^{ème}	KH2PO4	136,09	27,2 g/L	200 mM	0,4 mM	2	7,5	1,875

Procédure :

➤ Pour chaque unité :

1. Procédez à l'amorçage de la pompe d'alimentation (fiche technique4) ;
2. Mettez les bacs de cultures en niveau « bas » (sans les tubes d'écoulement) et ouvrez la vanne de vidange des bacs de culture ;
3. Mettre en marche la pompe d'alimentation, puis amorcer la pompe de refoulement (fiche technique 5) ;
4. Orientez le retour de l'eau vers la cuve d'alimentation et non vers la cuve centrale ;

Donc se mettre en mode unité individuelle (ref [FINAL notice rhizo Annexe4 mode de fonctionnement.docx](#))

6. Dosez la quantité indiquée sur le tableau ci dessus :
1^{er} élément à incorporer :
Par exemple : 1.875 litres de $NH_4 + Mg$ pour la cuve 2



Agiter soigneusement les récipients contenant les solutions.

Utilisez l'échelle pour incorporer l'élément dans la cuve de stockage



Quand la pompe de reprise **est en marche**, la paroi de la cuve bouge: incorporez l'élément **à ce moment là** pour un meilleur mélange.

Retour de la solution nutritive dans la cuve.

Attendre 2 minutes puis incorporer la 2^{ème} solution mère, puis la 3^{ème} etc...

Pour l'incorporation du fer, **laisser 5 min d'agitation**.

Lorsque tous les éléments sont incorporés :

7. Fermez la vanne de vidange du bac ;
8. Placer les tubes de refoulement ;
9. Laisser le bac de culture se remplir jusqu'au niveau haut des rhizoboxes ;
- 10. Vérifier les réglages de la pompe de refoulement selon la pression de la pompe d'alimentation.**

Faites la même opération sur les autres cuves (2, 3 et 4) en les laissant fonctionner en mode individuel.

➤ Puis selon le mode :

Vous référer aux plans d'orientation des vannes selon des modes (ref [FINAL notice rhizo Annexe4 mode de fonctionnement rev.docx](#)).

Mode 4 unités : Ouvrez les vannes communicantes entre la cuve de mélange et les autres cuves, et orientez les vannes directionnelles du retour de la solution vers la cuve de mélange.

Mode 2 unités : Vous aviez déjà préalablement mis les vannes oranges en position ouverte et **isolées de la cuve centrale**.

Laisser agiter la solution 1 heure minimum.

13. Le régulateur du pH

Le pH est régulé automatiquement par un régulateur de pH (modèle : ISMATEC BL931700 pH controller). Celui-ci est composé d'une électrode ph (Hanna SI1000) et d'un régulateur (durite transparente), tout deux reliés à une pompe péristaltique (boîtier gris fixé sur armature en inox et cassettes blanches).



Calibration du régulateur de pH :

Le régulateur est à calibrer au minimum une fois avant chaque expérimentation :

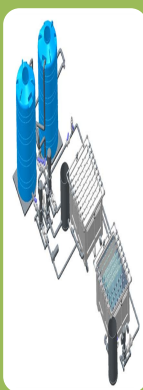
- Branchez le régulateur sur les prises secteurs situées dans le phytotron à l'arrière des cuves.
- Sur l'écran, positionnez vous en mode mesures en appuyant sur le bouton sous **MEAS**
- Rincez la sonde à l'eau osmosée
- Immergez-la dans le tampon pH 7.01 disponible dans le réfrigérateur de la serre 17 : **celui-ci doit être à température ambiante au moment de la calibration**
- Ajustez la mesure avec le tournevis prévu à cet effet en le plaçant dans la sortie **OFFSET** pour atteindre 7.00
- Rincez la sonde et immergez-la dans le tampon 4.01
- Ajustez la mesure mais cette fois ci par la sortie **SLOPE**, toujours à l'aide du petit tournevis

Quand cette étape est faite, vous pouvez placer la sonde selon le mode d'utilisation souhaité :



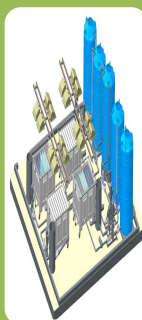
MODE 1 UNITE

- 1 sonde pH par cuve
- Apport d'acide/base dans la même cuve



MODE 2 UNITES

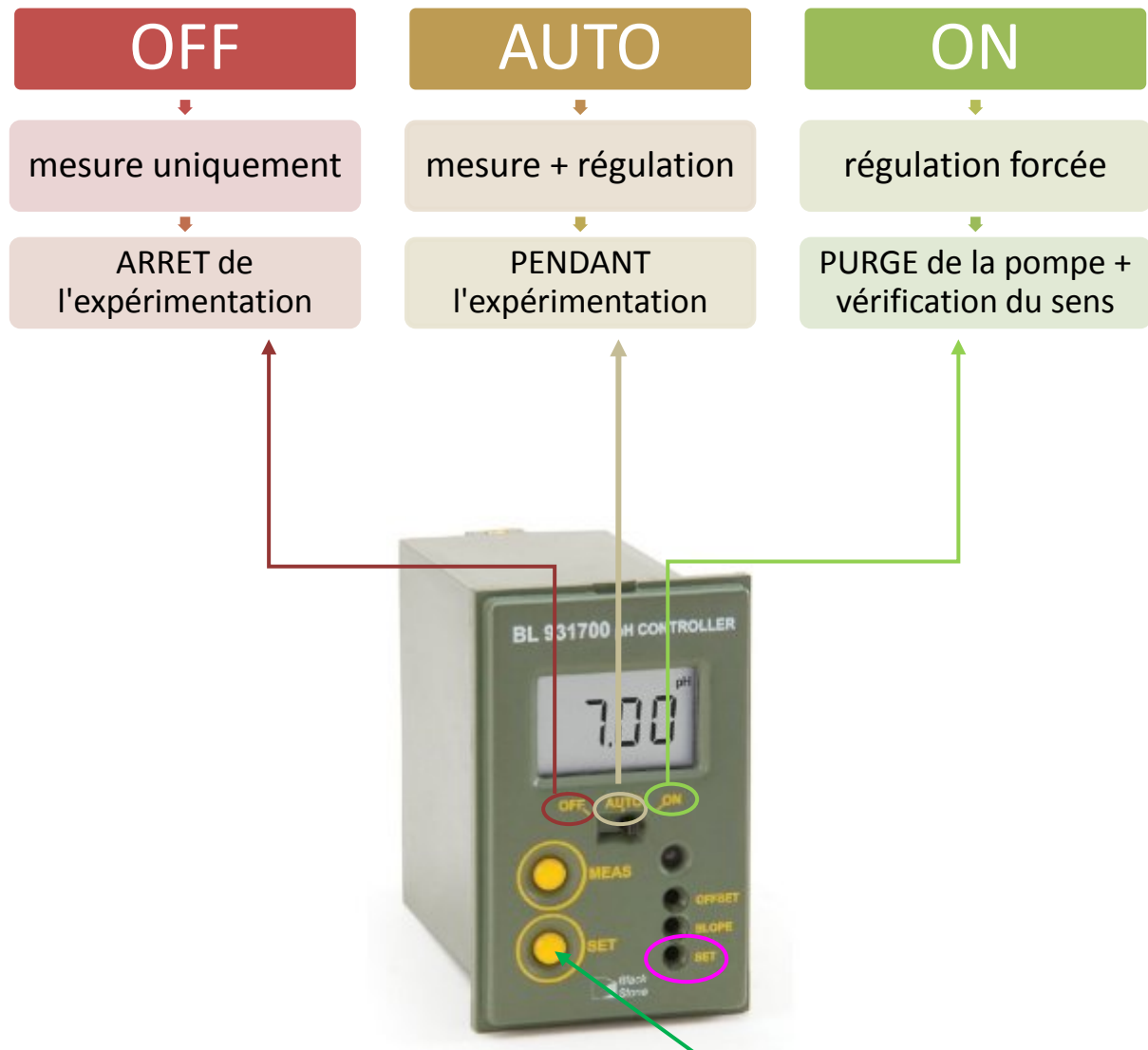
- Deux régulateurs par groupe d'unités
- 2 sonde pH, une dans cuve 2 et une dans cuve 3
- Apport d'acide/base dans la cuve binôme de chaque groupe (cuve 1 et cuve 4).



MODE 4 UNITES

- 2 sondes pH dans cuves au choix
- Apport d'acide/base dans la même cuve

Les 3 positions du régulateur :



Il vous faut indiquer en suite un pH de consigne en appuyant sur **SET** : par exemple 5.70 à atteindre avec le tournevis par la **sortie SET**.

Re-basculez en mode « mesure » en appuyant sur MEAS.

Placez ce dernier réglage sur AUTO.

Si le pH est en dessous de la consigne indiquée : basculez **le bouton sur +** et placez 1 litre de KOH 1N ou NaOH 1N.

Si le pH est au dessus de la consigne indiquée : basculez **le bouton sur -** et placez 1 litre de H2SO4 1N.

Lorsque le Rhizoscope est à l'arrêt, stocker l'appareil dans le SAS du phytotron et la sonde dans un b cher avec de l'eau osmosée. Avec des gants en nitrile, mettez la durite   tremper dans 2% d'oxyboost.

Au bout de 15 minutes, rincez   l'eau osmosée. Laisser sécher.



14. Repiquage des plantules

Dans le phytotron

Préparer le matériel :

- Un petit bac de bille propre pour ajuster les niveaux
- Pince
- Graines pré-germées

Procédure :

- Le pH est stable, la solution est mélangée et homogène.
 - Vérifier le bon emplacement des rhizoboxes avant cette étape. Elles sont placées le plus perpendiculairement possible aux rampes d'irrigation.
- La griffe d'irrigation, quant à elle, doit être droite (et non tordue) et perpendiculaires à la rhizobox. Cette vérification est importante car elle assurera en partie la qualité du démarrage des plantes et évitera qu'elles ne poussent sous les caches-lumière.

Pour faciliter le repiquage des plantules :

- Soulevez la griffe d'alimentation,
- Rajuster votre niveau de bille à la hauteur voulue,
- **Ajuster le niveau de la solution pour qu'elle atteigne le haut des billes, Ajustement par les tubes d'évacuation.**
- Poser la graine sur le lit de billes, **veillez à bien positionner celle-ci au centre de la rhizobox en face de l'encoche où vient s'accrocher la griffe. Ne la placez pas sous la griffe pour que celle-ci ne gêne pas la croissance de la plantule.**



15. Pose des caches- lumières

Dans le phytotron

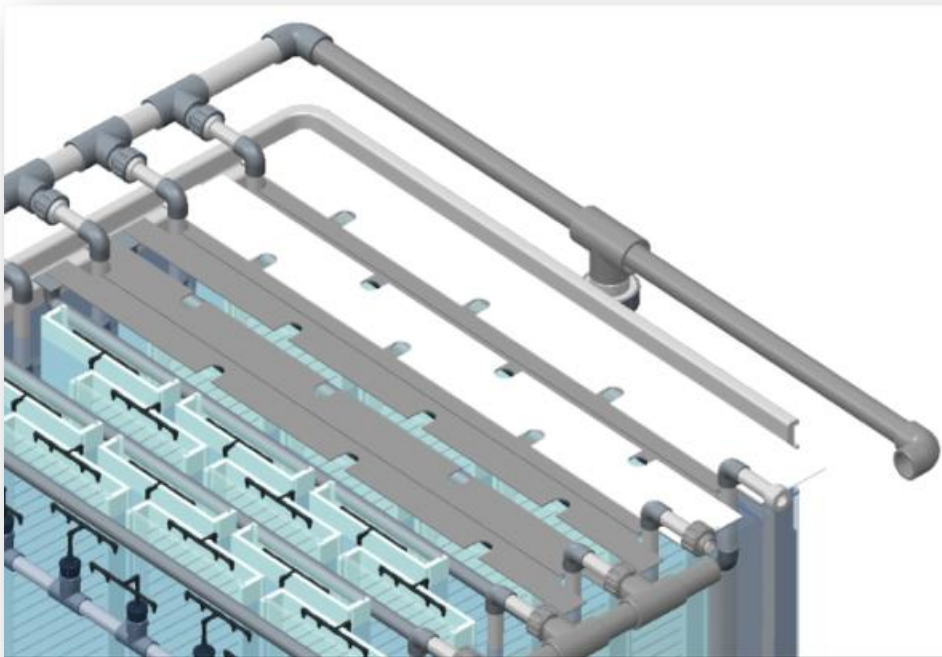
Préparer le matériel :

- Cache gris
- Cache blanc

Procédure :

Comme illustré ci-dessus, les encoches de chaque cache permettent le passage des plantules ; il est donc important de **bien centrer** l'ensemble du dispositif.

- Les caches gris sont les premiers à positionner sur les rhizoboxes et se callent sur les rampes d'irrigations.
- Posez dans un second temps les caches blancs sur les espaces restants, entre les rampes cette fois ci.



16. Appareil portatif de mesure de pH et conductivité : CONSORT C5010

Description :

Le consort c5010 est utilisé pour contrôler et suivre la qualité de la solution nutritive (pH et Ec)

Selon de protocole ([FINAL_notice_rhizo_Mesures_suivi.docx](#))

Procédure simplifié :

SONDE	ENTRETIEN	OPERATION	TOUCHE	SOLUTION ETALON	FREQUENCE	OU
AVANT EXPERIMENTATION						
pH	KCl 3M	CALIBRATION	CAL	TAMPON 4,00 PUIS TAMPON 7,00	1/ mois	RHIZO
EC	eau osmosée	CALIBRATION	CAL	TAMPON 84 μS/cm TAMPON 1413 μS/cm & TAMPON 12880 μS/cm	1/ mois	RHIZO
EC	eau osmosée	MESURES	MODE		1/ mois	RHIZO osmoseur
EC	eau osmosée	MESURES	MODE		1/ SOLUTION MERE	LABO
O2	air ambiant	CALIBRATION	CAL	solution électrolytique	1/ mois	RHIZO
AVANT MISE EN SOLUTION						
pH	eau osmosée	MESURES	MODE		4	RHIZO dans chaque cuve
2H APRES mise en solution						
pH	eau osmosée	MESURES	MODE		8	RHIZO dans chaque cuve et bac de culture
EC	eau osmosée	MESURES	MODE		8	RHIZO dans chaque cuve et bac de culture
PENDANT EXPERIMENTATION						
pH	eau osmosée	MESURES	MODE		4 / jour	RHIZO bac de culture et/ou bac de reprise
EC	eau osmosée	MESURES	MODE		4 / jour	RHIZO bac de culture et/ou bac de reprise
O2	air ambiant	MESURES	MODE		4 / jour	RHIZO bac de culture et/ou bac de reprise

17. Au quotidien

Le Rhizoscope nécessite peu d'investissement lorsque les plantules sont en croissance.

A chaque passage dans le Rhizoscope, vérifiez le bon fonctionnement :

- **Des pompes** : en vérifiant que chacune d'elles est en marche.
Les niveaux de la solution sont équilibrés au sein des quatre cuves d'alimentation ?
= **La solution est à la même hauteur sur chaque jauge**
La régulation par les pompes de reprise fonctionne correctement (contrôle du niveau, toujours en niveau descendant sur les jauges translucides des bacs de reprises).
= **Elles s'arrêtent et redémarrent de manière régulière ; elles ne tournent pas en continu**
- **Du système de refroidissement de la solution** :



Les consignes sont respectées.

= **Les températures de consignes en vert et les températures réelles en rouge ont une différence qui n'excède pas 0.7°C**

A l'extérieur de la serre :

- Fonctionnement correct du phytotron :
Contrôle sur l'affichage du tableau électrique à l'entrée.
= **Température et humidité correspondent aux consignes; pas de voyant défaut allumé**
- Température du groupe froid de la solution :
Contrôle de la température affichée du groupe de refroidissement
= **Température positive mais en dessous de 24°C** (confirmation Patrice, fourchette plus précise ??)
- Pression du groupe froid :
Sur le manomètre placé à droite du groupe, lire la valeur affichée :



= **La pression est comprise entre 3 et 0.8 bars.**

18. Récolte & Mesures Finales

Dans le phytotron ou dans le local technique serre 17

Préparer le matériel :

- Bac de stockage des rhizoboxes
- Sac de stockage des billes
- Tablards
- Bac de vidange (et son matériel annexe)
- Etiquettes, matériel de dissection
- Sachets krafts
- Etuves
- Rhizomaton [selon le protocole Rhizomaton](#)
- ...

Procédure :

➤ La veille de la récolte :

- Positionnez les étiquettes sur chacune des rhizoboxes **en respectant l'ordre préétabli des rhizoboxes** : bac 1 rhizoboxes de 1.1 à 1.48, bac 2 de 2.1 à 2.48 ou autres...
- Placez ensuite le bac de vidange devant le phytotron ainsi que son tuyau d'écoulement.
- Déroulez le tuyau de l'eau osmosée jusqu'au bac de vidange.
- Fermez la vanne rouge située à sa base et remplissez-le, toujours en respectant la procédure de puisage.

➤ Le jour de la récolte :

- Remplir un conteneur de 40 litres d'eau osmosée destinée au rinçage des rhizoboxes.

Dans la cellule :

- Retirer tous les caches en veillant à ne pas abimer la partie aérienne des plantes.

Les stocker à plat sur une table située en face de l'autoclave de la serre 17.

- Enlever ensuite tous les intercalaires en PVC.
- Munissez-vous d'une blouse blanche, d'un tablier étanche, de bottes et de gants pour la première étape.
- Les étapes de la récolte :



➤ **ETAPE 1 : Sortie d'une rhizoboxe et vidange des billes**

1 à 2 personnes avec tenues de protection.



- Avec des gants, sortez la première rhizobox 1.1 en retirant délicatement la griffe de son encoche ; maintenir la direction des jets dans le bac de culture pour éviter les projections de solution.

- Levez la rhizobox, laissez-la s'égoutter quelques secondes.

- Sortez de la cellule et placez la rhizobox sur le bac de vidange.

Poser son étiquette d'identification sur une de ces faces.

La languette de la grille de fond est placée devant vous, tirez la pour évacuer les billes.

- Mettez la grille de fond dans un petit bac percé.

- Secouez la plaque pour faire tomber les billes

- S'il reste des billes enchevêtrées dans le chevelu racinaire, plongez délicatement le plant dans le bac de vidange et remuez d'avant en arrière. Ressortez la plaque doucement.

- Toutes les 4 rhizoboxes, videz le casier du bac de vidange. Retirez l'entonnoir à l'aide d'une canne en inox et relever à deux le casier.

- Versez le casier dans un sac en polyéthylène blanc maintenu dans un conteneur gris.

- Entreposez les sacs sur un ou deux tablards.

➤ **ETAPE 2 : photo et mesures sur plaque : 1 ou 2 personnes.**

- Dans le Rhizomaton, posez la rhizobox sur le réceptacle en inox; l'encoche est située contre le fond noir du Rhizomaton.

- Orientez les deux molettes noires pour immobiliser la plaque. Positionnez le cache en caoutchouc noir au-dessus de la plaque : il assurera le maintien de la partie aérienne.

Photographiez au choix :



La plante entière

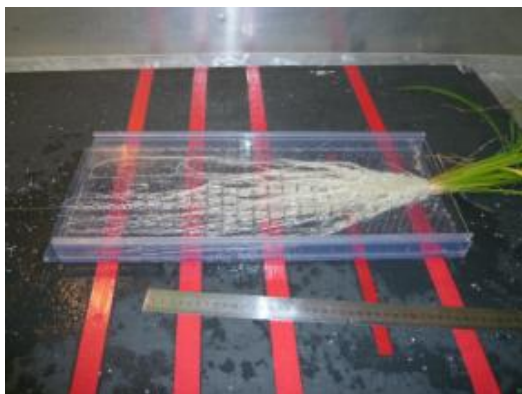


La partie racinaire seule

- Rouvrez les molettes et sortez la plante du Rhizomaton.

➤ **ETAPE 3:** ouverture de la rhizoboxe :

Sur un établi, à l'aide de l'ouvre-plaque **PHOTO + dans présentation**
Poser la rhizoboxe à plat et retirer la plaque. Décoller la contre-plaque.
Effectuer ensuite vos mesures sans modifier l'architecture en place.



Voici un exemple du type de mesures manuelles réalisables à cette étape là, sur une culture de riz au bout de 4 semaines d'hydroponie:

- ✚ Angle du cône racinaire
- ✚ Profondeur maximale atteinte par les racines
- ✚ Nombre de racines à une profondeur donnée
- ✚ Etc..

Une fois les mesures terminées

- Enlever le système racinaire de la rhizoboxe.
- Rincer la rhizoboxe **complète** dans le conteneur d'eau osmosée et **remonter l'ensemble**.
- Entreposer-la verticalement dans un bac de 500 litres roulant (l'ensemble des 192 plaques rentre dans deux de ces type de bacs).

➤ **ETAPE 4 : mesures phénologiques**
1 personne.

Effectuer vos mesures phénologiques sur la partie aérienne et/ou racinaire; selon vos objectifs.



A titre d'exemple, pour le riz: stade, longueur du brin maître, hauteur...

De même pour les racines : longueur étirée, diamètre...

A ce moment-là, Vous pouvez envisager de prélever des échantillons pour des analyses plus fines : histologie, ...

Séparez les racines des feuilles en coupant au scalpel ou au cutter selon le végétal :

Segmentez si besoin vos racines.

➤ **ETAPE 4 : nettoyage des racines**
1 personne.

Cette tâche est nettement plus longue avec des petites billes.

Retirez les billes dans un bac d'eau osmosée en utilisant du démêlant à cheveux pour faciliter l'opération.

➤ **ETAPE 5 : ensachage**
1 personne



Ensachez les différents types de racines et de feuilles.

Organisez les sachets dans les bacs en fonction de l'ordre choisi.

Ces 5 étapes de récolte fonctionnent de manière continue.

Entre chaque bac de culture, dans le cadre d'un mode de fonctionnement de plus d'une unité de culture, il est conseillé de remplacer l'eau du bac de vidange.

Ouvrez la vanne d'évacuation à moitié, rincez le fond du bac et remplir d'eau osmosée.

➤ Procédez à l'évacuation de la solution nutritive : (fiche technique 10)

Lorsque la récolte est terminée, placez l'ensemble des sachets dans une étuve (voire deux si l'expérimentation compte plus de 2 bacs de cultures et selon l'espèce, pensez à la réserver au bâtiment 1).

19. Nettoyage

C'est une étape importante ; à réaliser juste après la récolte pour l'évacuation de la solution nutritive et les jours suivants pour le reste.

De la même manière que vous avez effectué la mise au sec des unités (**fiche technique 10**)

Donc dans l'ordre:

→ **bac 2 / bac 3 / bac 4/ bac 1**

Mais, petit rappel :

!! Précaution !!

**LORSQUE LES CUVES SONT MISES AU SEC, LES DISJONCTEURS SONT TOUS EN POSITION OFF
= CONTACTEUR ROUGE ENFONCE.**

Placez à nouveau :

- Le tuyau jaune pour l'évacuation des fonds de cuve et
- Le tuyau vert pour les fonds cuves de reprise.

Après cela, aspirez toutes les cuves et bacs.

Pour optimiser cette dernière étape, entre chaque attente d'évacuation, procédez au nettoyage des différents éléments :

1. RHIZOBOXES

Au moment de la récolte, vous les aviez stockées dans deux bacs de 500 litres roulant ; placez-les à l'entrée du phytotron. **Ne bloquez pas l'accès au tableau électrique de l'automate de régulation.**

Remplissez-les d'eau osmosée (annexe puisage eau osmosée).

Mettez les lunettes de protection, la blouse étanche et les gants verts puis versez 2.5 litres d'Oxyboost dans chaque bac pour désinfecter les rhizoboxes. Les bidons d'Oxyboost sont au pied de l'étagère derrière la porte du Rhizoscope.

Recouvrez immédiatement les deux bacs avec leurs couvercles ; scotchez-y les panneaux corrosifs plastifiés:



Videz au moins 1 heure après (l'Oxyboost contenant du peroxyde hydrogène est actif en une heure). Prenez la pompe portative située également sur l'étagère, immergez la dans le bac en retirant avec des gants 3 rhizoboxes.

Branchez-la sur la prise électrique de l'entrée du Rhizoscope et placez le tuyau dans l'évacuation.

Quand le bac est vide, la pompe n'est plus immergée, débranchez et faites de même pour le deuxième bac.

2. GRIFFES D'IRRIGATION

Démontez-les bac par bac en faisant attention de ne pas faire tomber les pastilles et joints. Mettez ces derniers dans une bouteille en verre de 1 litre.

Posez l'ensemble dans une cuve de reprise remplie d'eau osmosée et y verser 25 ml, protégez avec un couvercle, posez un panneau "corrosif". Attendre 1 heure.

Videz par le tuyau vert dans l'évacuation; rincez à l'eau osmosée.

Une fois que les griffes ne sont plus en place, démontez les rampes d'irrigation (à deux personnes).

Enlevez les grilles de fond et aspirez bien le fond des bacs de culture.

Fermez la vanne d'écoulement des bacs.

3. FILTRES

Dévissez les filtres un par un.

Placez l'aspirateur sous le filtre et dévissez progressivement. Durée environ 5 minutes par filtre.

Rincez les filtres à l'eau osmosée, puis désinfectez-les en les mettant dans la cuve de reprise où vous aviez mis les griffes.

4. BILLES

Placez les tabliers chargés de billes devant l'autoclave, et si besoin le chariot élévateur bleu.

Remplissez le plateau de l'autoclave **uniquement en présence d'un technicien référent**.

Vous pouvez placer 8 sacs maximum.

Ce même technicien peut alors lancer un cycle, celui-ci durant 1 heure.

Au bout d'une heure, vider les sacs et placer les dans les conteneurs gris de 50 litres placés en face de l'autoclave.

Prévoyez donc une journée ½ maximum pour une expérimentation utilisant les 4 bacs.

GUIDE D'UTILISATION DU RHIZOSCOPE

J-8 :

- Montage des rhizoboxes (fiche technique 1)
- Stocker les rhizoboxes montées dans le bac gris dans le local technique
- Vérifier que toutes les vannes d'alimentation et de communication des cuves bleues soient fermées
- Remplir 250 l d'eau osmosée dans chaque cuve 1, 2, 3 et 4 à raison de 4 fois dans la journée (annexe 2)
- En même temps, positionnement des griffes d'irrigations (fiche technique 2)
- Positionnement des filtres (fiche technique 3)
- Mettre en marche chaque unité pour vérifier l'absence de fuites

Par unité :

- Ouvrir la vanne bleue d'alimentation
- Amorcer la pompe d'alimentation correspondante (fiche technique 4)
- Régler le débit avec la pompe avec la vanne réglable en observant le manomètre.
- Enlever du bac de culture les tubes de refoulement (*Le bac de reprise se remplit, lorsque son niveau est au dessus du niveau de la pompe de reprise*)
- Arrêter la pompe d'alimentation
- Amorcer la pompe de refoulement (fiche technique 5)
- Vérifier que les vannes d'orientation du retour de la solution soient ouvertes pour un retour individuel à chaque cuve. Réf. plan
- Mettre en marche la pompe d'alimentation
- Contrôler alors l'absence de fuites au niveau du circuit et des rampes d'alimentation (fiche technique 5)
- Arrêter les pompes

J-7 :

- Remplir les rhizoboxes de billes et positionner les rhizoboxes dans les bacs de culture (fiche technique 7)
- S'assurer qu'elles sont bien verticales et régulièrement réparties
- Mettre en route le groupe froid (fiche technique 8)
- Rincer l'ensemble des unités y compris les rhizoboxes remplies de billes et en place dans les bacs de culture (fiche technique 9)

J-6:

- Mise à sec des unités (fiche technique 10)

J-6 a J-2 :

- Stockage de l'eau pour la solution nutritive : 750 L par cuve, et la cuve centrale selon la modalité décrites dans l'annexe 2
- Préparation des solutions mères (fiche technique 11)
- Calibration des sondes des régulateurs externes (fiche technique 13)
- Mise en germination des graines (J-2)

J-1:

- Préparation de la solution nutritive (fiche technique 12)
- Contrôle de la solution (fiche technique 16)

J:

- Repiquage deux jours après le semis (fiche technique 14)
- Positionnement des caches lumière (fiche technique 15)

J a J+30 (+ou -):

- Contrôle au quotidien de la solution (fiche technique 16)
- Contrôle au quotidien du dispositif (fiche technique 17)

J+30 (+ou -):

- Sortie des rhizoboxes et mesures finales (fiche technique 18)
- Nettoyage du dispositif (fiche technique 19)



Annexe1 : Présentation du matériel




1/.Le phytotron :

Le phytotron est situé dans la serre 17; il est nommé cellule 3; il est muni d'un système de régulation de la photopériode, de la température et de l'humidité. Il possède deux types d'arrivée de fluides: L'eau courante ou "du robinet" située en entrant à droite) et l'eau osmosée (EC= 20µS/cm) située derrière la cuve de mélange et comportant des règles de puisage (réf. : [notice rhizo Annexe2 puisage eau osmosée.docx](#)).




	<p>Projecteur :</p> <p>Chaque unité du Rhizoscope est éclairée par un groupe de 4 projecteurs (lampe sodium) réglable en hauteur. (Valeurs de PAR entre 250 et 450 µmol).</p>
	<p>Sonde de régulation ventilée :</p> <p>Système de régulation qui permet de contrôler la température (cycles jour et nuit de façon dissociée; gamme de températures entre 19°C et 32°C) et l'humidité (humidité de 30 % à 80 %) de manière automatique en relation avec le coffret de régulation.</p>
	<p>Régulateur de la brumisation :</p> <p>Permet d'ajuster le réglage de la brumisation (proportion air/eau).</p>
	<p>Coffre de régulation et son écran de contrôle situé à l'extérieur du phytotron :</p> <p>L'écran permet de visualiser toutes les consignes et les valeurs issues des sondes positionnées à l'intérieur du phytotron.</p>

2/. Système de culture :

	<p>Cuve d'alimentation :</p> <p>Cuves bleues en PVC de 1000 Litres. Il y en a 5 au total sur le dispositif. Elles sont numérotées de 1 à 4 (numéros correspondants à chaque unité) et la cuve centrale du dispositif qui est appelée cuve de mélange (n°5).</p>
	<p>Coffret électrique :</p> <p>Coffret individuel correspondant à l'alimentation électrique des pompes et du système de sécurité de chaque unité.</p>
	<p>Vanne principale de cuve :</p> <p>Vanne d'ouverture et fermeture de la cuve d'alimentation.</p>

	<p>Pompe d'alimentation :</p> <p>Le dispositif est composé de 4 pompes en acier inoxydable qui alimentent chaque bac de culture.</p>
	<p>Les flotteurs à billes :</p> <p>Un flotteur pour chaque pompe d'alimentation, permet un arrêt automatique de la pompe si le niveau de la cuve est trop bas.</p>
	<p>Vannes réglables d'alimentation :</p> <p>Le dispositif est composé de 4 vannes réglables afin d'ajuster le débit au niveau des griffes dans chaque bac de culture.</p>

	<p>Le régulateur de pression :</p> <p>Boitier noir situé après la pompe d'alimentation. Il permet de régler une pression maximum au-delà de laquelle la pompe s'arrête automatiquement.</p>
	<p>Filtre d'alimentation :</p> <p>4 filtres de 400 microns. Ils permettent de filtrer les résidus susceptibles de venir obstruer les pastilles et de boucher l'alimentation des rhizoboxes.</p>
	<p>Manomètre :</p> <p>Le dispositif est composé de 4 manomètres par unité individuelle; ils permettent de contrôler la pression de la solution en circulation.</p>

	<p>Bac de culture :</p> <p>4 bacs en PVC dans lequel sont disposé 48 rhizoboxes pendant la durée de culture.</p>
	<p>Grille :</p> <p>4 grillages rigides munis de quatre pieds extérieurs fixes et d'un pied central réglable, positionnées sur le fond des bacs de culture et qui permettent une meilleure circulation de la solution dans les rhizoboxes.</p>
	<p>Rampe d'alimentation :</p> <p>8 rampes d'alimentation par bac, portant 6 griffes chacune.</p> <p>Barres intercalaires :</p> <p>9 barres simples par bac permettant de maintenir les rhizoboxes parfaitement verticales.</p>

	<p>Griffe d'alimentation :</p> <p>192 griffes d'alimentation qui viennent se visser sur la rampe d'alimentation; composées de trois éléments : le joint caoutchouc, la pastille (buse) en céramique (qui définit le débit) et la griffe.</p>
	<p>Rhizoboxes :</p> <p>192 Boîtes en plexiglas translucide, de (50 *20 * 2.4 cm), composées :</p> <ul style="list-style-type: none"> -d'un maillage fixe, -d'une contre-plaque en pvc souple, qui vient se positionner sur le maillage, -d'un coté amovible, qui viens fermer la rhizoboxe, -d'une trappe grillagée amovible qui permet de maintenir et d'évacuer les billes de verre de la rhizoboxe.
 <p>1.5 mm 5 mm</p>	<p>Billes :</p> <p>Billes de verre utilisées comme substrat inerte. Deux diamètres différents sont disponibles : 1,5 mm et 5 mm</p>



Cache lumière :

32 Lames de PVC semi-rigide, à positionner sur les rhizoboxes et les rampes d'alimentation. 2 couleurs :

- les gris directement sur les plaques,
- les blancs par-dessus.

Elles permettent de protéger la solution nutritive et les rhizoboxes de la lumière afin d'éviter le développement des algues .






Tube d'écoulement :

2 tubes par bac de culture dont la hauteur est modifiable. Ils permettent d'ajuster le niveau de déversement de la solution du bac de culture vers le bac de reprise.



Bac de reprise :

Bac arrondi gris dans lequel la solution est récupérée après son passage dans le bac de culture avant d'être renvoyée dans la cuve d'alimentation.

	<p>Les flotteurs à billes :</p> <p>Un flotteur pour chaque pompe de refoulement règle sa mise en marche et son arrêt de manière automatique selon le niveau dans le bac de reprise.</p>
	<p>Le capteur anti-débordement :</p> <p>Flotteur situé dans le bac de reprise qui coupe automatiquement la pompe d'alimentation lorsque le niveau du bac de reprise est trop haut et risque de déborder. Ceci en cas de défaillance de la pompe de reprise.</p>
	<p>Vanne réglable de reprise :</p> <p>Vanne permettant de régler le débit de refoulement.</p>



Pompe de reprise :

Pompe permettant de renvoyer la solution dans les cuves.



Vanne directionnelle :

Ensemble de petites vannes bleues permettant de diriger le retour de la solution vers les cuves individuelle ou la cuve de mélange.



Vannes communicantes :

Grosses vannes bleues et oranges situées à l'arrière et entre les cuves, qui permettent de relier les cuves individuelles entre elles ou avec la cuve centrale.



Vanne d'écoulement :

4 vannes d'écoulement des fonds de bac de culture.

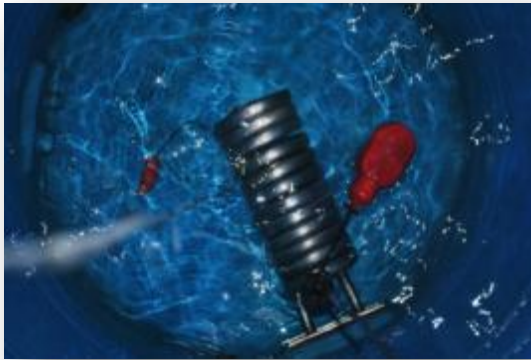
3/. Système de refroidissement :

Système maintenant la solution nutritive à une température fixe ; composé de trois éléments :



Groupe de refroidissement :

Situé à l'extérieur de la serre, il régule la température du liquide de refroidissement qui circule dans le serpentin placé dans chaque cuve.



Serpentin :

Tube en inox enroulé, posé au fond de chaque cuve dans lequel vient circuler le liquide de refroidissement.



Sonde de température de la solution :

5 sondes individuelles protégées par une gaine en inox situées dans chaque cuve et reliées au thermostat.



Thermostat :

Permet de commander et contrôler la température de la solution.

4/. Système de régulation de pH :

Le pH de la solution nutritive est régulé automatiquement.



Régulateur de pH :

Constitué d'un boîtier étanche, d'une pompe péristaltique et d'une sonde pH, il permet de réguler le pH de la solution nutritive (précision 0,10 unité).

5/. Le matériel annexe :

5.1/ Pour la préparation :



Figure 28

Entonnoir de remplissage :

4 entonnoirs de forme rectangulaire permettant de remplir les rhizoboxes avec les billes de verre.

5.2/ Pour les observations :

Les observations effectuées en fin de cycle de culture sont faites dans le hall technique de la serre 17.

Hormis les tablards et paillasses mis à la disposition des utilisateurs ; les observations nécessitent un matériel spécifique au Rhizoscope, décrit ci-dessous :



Bac de vidange :

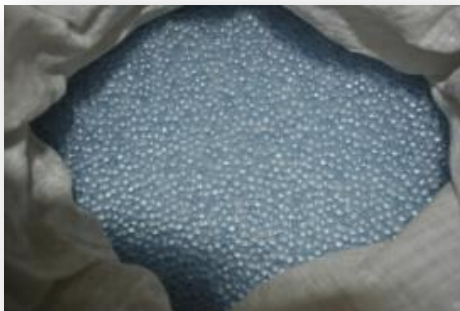
Bac blanc arrondi, sur lequel les rhizoboxes sont disposées pour les vider des billes de verre.

Casier :

Casier carré positionné au fond du bac de vidange.

Entonnoir :

Entonnoir inox arrondi positionné sur le casier dans le bac de vidange.



Sac de stockage des billes :

Sac en polypropylène dans lequel les billes sont stockées pour leur rinçage, désinfection et séchage.



Bac de stockage des rhizoboxes :

Bac de 500 litres en PVC destiné au nettoyage et stockage des rhizoboxes.

Annexe2 : Puisage de l'eau osmosée

Recommandation :

L'alimentation en eau osmosée du Rhizoscope n'a pas de source spécifique actuellement. Le puisage se fait donc sur le système de production destiné à l'ensemble des cellules et des chapelles de la serre 17.

Il est donc impératif de respecter la procédure de puisage afin d'éviter des problèmes de dysfonctionnement des systèmes de régulation et des appareils de production.

Lieu et système de production :

La production et le stockage de l'eau osmosée se font dans le local technique de la serre 17, situé à droite de la porte principale de la serre. Le système de production est composé d'un osmoseur, d'une cuve de stockage, et d'une pompe d'approvisionnement.

Lieu de prélèvement :

Vanne située dans la cellule 3, derrière la cuve de mélange contre la paroi du phytotron.



Pour un cycle de culture de riz de 3 semaines et pour 192 rhizoboxes, le Rhizoscope nécessite une quantité de **4000 litres d'eau osmosée pour la solution nutritive (750 litres par cuve)**.

Pour l'instant, le système de production d'eau ne permettant pas de produire cette quantité sur une courte période; il est impératif de **planifier le stockage de l'eau** dans les cuves d'alimentation du Rhizoscope en concertation avec les serristes.

Planning :

Les 4000 litres d'eau sont donc puisés et stockés dans les cuves progressivement sur 4 à 5 jours, à raison de 750 litres par jour, ceci dans des conditions optimales, notamment en période hivernale où les autres cellules et chapelles ont moins besoin de brumisation.

Le puisage des 750 litres par jour est reparti selon les périodes suivantes:

- 1/ 200 litres en début de matinée ;
- 2/ 200 litres en fin de matinée ;
- 3/ 200 litres en début d'après midi ;

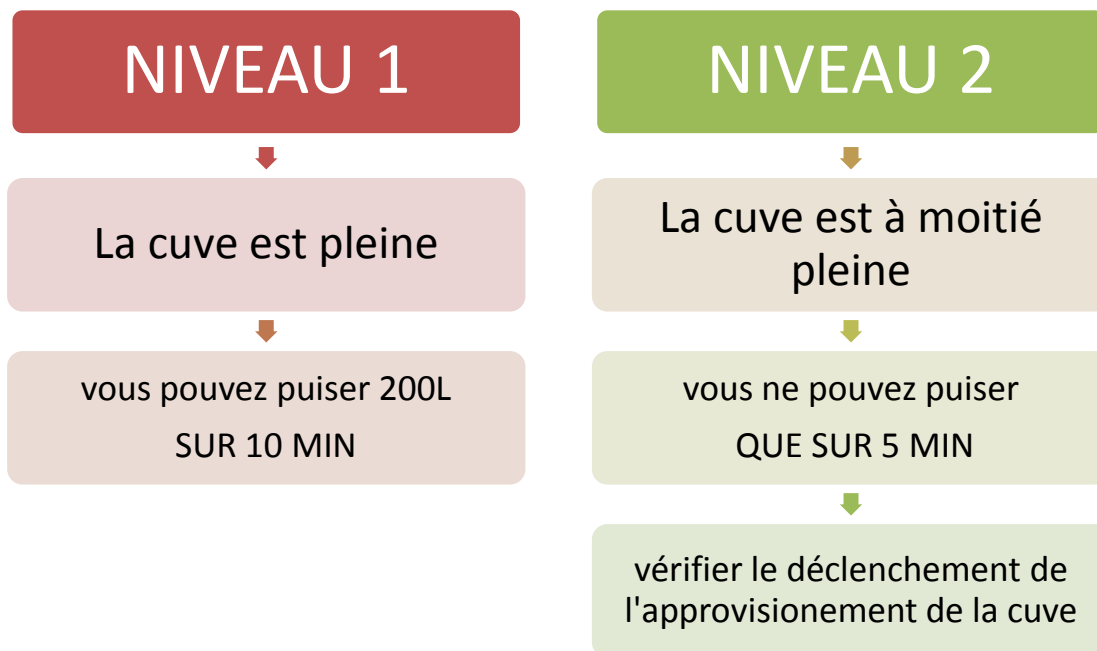
4/ 150 litres en fin d'après midi.

Procédure :

A chaque premier puisage par jour :

Contrôler la conductivité de l'eau dans la cuve de stockage; celle-ci ne doit pas varier plus qu'entre 18 et 22 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Puis vérifier son niveau. Deux situations sont possibles:



Mise en garde :

!! Précaution !!

Lors du remplissage, veiller à bien positionner le tuyau d'alimentation assez profondément dans la cuve afin d'éviter tout retour du tuyau hors de la cuve liée à la pression.

Attention, à chaque puisage, veillez à utiliser le chrono, et à rester sur place durant le temps de puisage, afin d'éviter tout oubli.

Annexe3 : Utilisation des pompes

Recommandation :

Les pompes d'alimentation et de reprise du dispositif ne doivent jamais fonctionner sans eau. Afin de ne pas abimer le matériel, Il faut respecter la procédure d'amorçage et de contrôle des pompes avant toute utilisation.

Les vannes :

Les vannes non réglables (bleues et oranges) :



Position ouverte : la vanne est **parallèle** à l'axe du tuyau.

Position fermée : la vanne est **perpendiculaire** à l'axe du tuyau.

Les vannes réglables (grises rondes) :



Le sens de l'ouverture est indiqué sur la vanne; l'ouverture se fait dans le sens des aiguilles d'une montre.

Les pompes :

Chaque pompe possède une vis d'amorçage qui permet de vérifier et d'amorcer la pompe.

➤ L'amorçage d'une pompe :

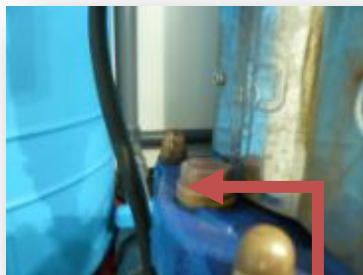
Pour des raisons de sécurité, l'amorçage des pompes s'effectue toujours à deux. Une personne manipule uniquement les pompes (« intervenant pompes ») et l'autre uniquement les boîtiers électriques (« intervenant boîtier »). Il s'agit dans ce dernier cas d'un permanent habilité.

Intervenant pompes :

Pompe arrêtée, utilisez la clé de 17 (dans la caisse à outil). Dévisser lentement la vis afin de ne pas recevoir un jet d'eau.

Si de l'eau sort, vous pouvez revisser la vis, sans trop serrer et mettre la pompe en route.

Si l'eau ne sort pas immédiatement, attendre que l'eau sorte puis revisser la vis, puis mettre la pompe en route.



vis d'amorçage

➤ **Allumage des pompes :**

Chaque unité de culture est reliée à un coffre électrique correspondant identifié par son numéro.

Intervenant Boîtier :

- Mettre le coffre hors tension, en baissant la manette noire à droite à l'extérieur du coffre

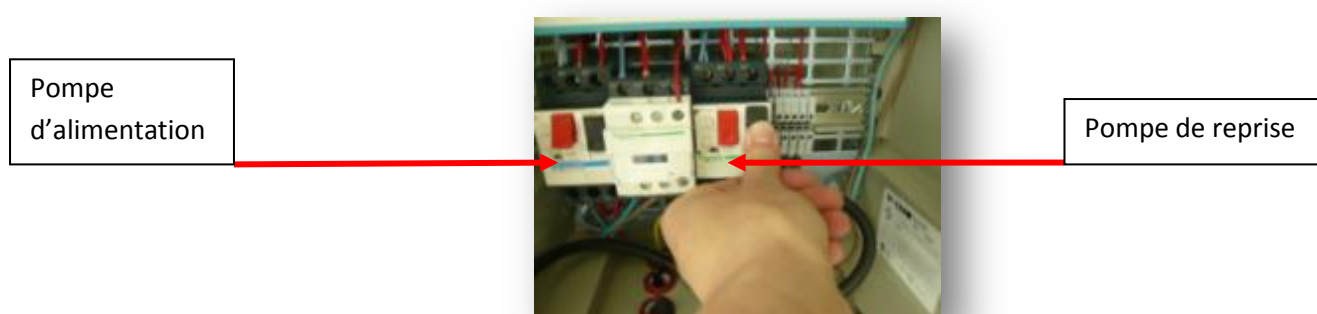


Le voyant lumineux situé devant le coffre doit s'éteindre.

- Ouvrir le coffre à l'aide de la clé à coffre grise présente dans la boîte à outils.



- Enclencher le disjoncteur correspondant, indiqué par une étiquette.



Contacteur **NOIR appuyé**, contacteur ROUGE levé : Pompe **EN MARCHÉ**

Contacteur **ROUGE appuyé**, contacteur NOIR levé : Pompe **EN ARRÊT**

- Refermer le coffre et mettre la manette noire en position haute pour que le système soit sous tension (le voyant lumineux doit s'éclairer).

➤ Mise en sécurité des pompes :

Contrairement à la pompe d'alimentation qui est mise en marche par le bouton marche/arrêt situé sur le compteur électrique, la pompe de reprise est mise en marche ou arrêtée uniquement par la position du flotteur situé dans le bac de reprise. Pour cette raison, systématiquement après chaque vidange et nettoyage, l'ensemble des pompes doivent être mises en sécurité en levant leur disjoncteur à l'intérieur des compteurs électriques.

Positionner le coffre hors tension, en baissant la manette noire sur la droite extérieure du coffre (le voyant lumineux situé devant le coffre doit s'éteindre), ouvrir le coffre à l'aide de la clé à coffre grise présente dans la boîte à outils, couper les deux disjoncteurs correspondants, et refermer le coffre.

Caractéristiques des pompes :

➤ La pompe d'alimentation :

Les pompes d'alimentations sont mises en marche et arrêtées à partir du bouton marche/arrêt du boîtier électrique.



Réglage de la vanne réglable de la pompe d'alimentation :



Ce réglage est fait en définissant votre pression grâce aux manomètres situés avant et après le filtre, ainsi que celui situé sur le bac de culture. La valeur de ces trois manomètres doit être identique.

Les pompes d'alimentation sont reliées à deux systèmes de sécurité :

Un flotteur dans les cuves de stockage:



Le flotteur est réglé par défaut sur une position qui met en arrêt la pompe lorsque le niveau de la solution dans les cuves est trop bas pour un fonctionnement normal de la pompe.

Un coupe circuit anti-débordement :



Situé dans le bac de reprise, en cas de dysfonctionnement de la pompe de reprise, le coupe-circuit arrête la pompe d'alimentation afin d'éviter le débordement du bac de reprise.

Un coupe circuit défaut de pression:

Celui-ci va couper la pompe d'alimentation si la pression est au dessus de la valeur demandée.



➤ La pompe de reprise :

Les pompes d'alimentations sont mises en marche et arrêtées par le disjoncteur situé dans le boîtier électrique.



Les pompes de reprises ne fonctionnent pas en continu; leur mise en marche est dirigée par le flotteur rouge présent dans le bac de reprise qui permet un niveau haut (mise en route de la pompe) et un niveau bas (arrêt de la pompe). Ce flotteur est réglé par défaut **NE PAS MODIFIER CE REGLAGE.**

Réglage de la vanne réglable de la pompe de refoulement :



A chaque modification de la pression de la pompe d'alimentation, surtout en augmentant la pression, il faut régler la vanne de refoulement. La pompe de refoulement doit fonctionner quasiment en continu. Pour effectuer ce réglage, observer le débit de refoulement sur la jauge extérieure; le niveau de la jauge doit toujours être en niveau descendant et descendre le plus lentement possible.

MODE 2X2

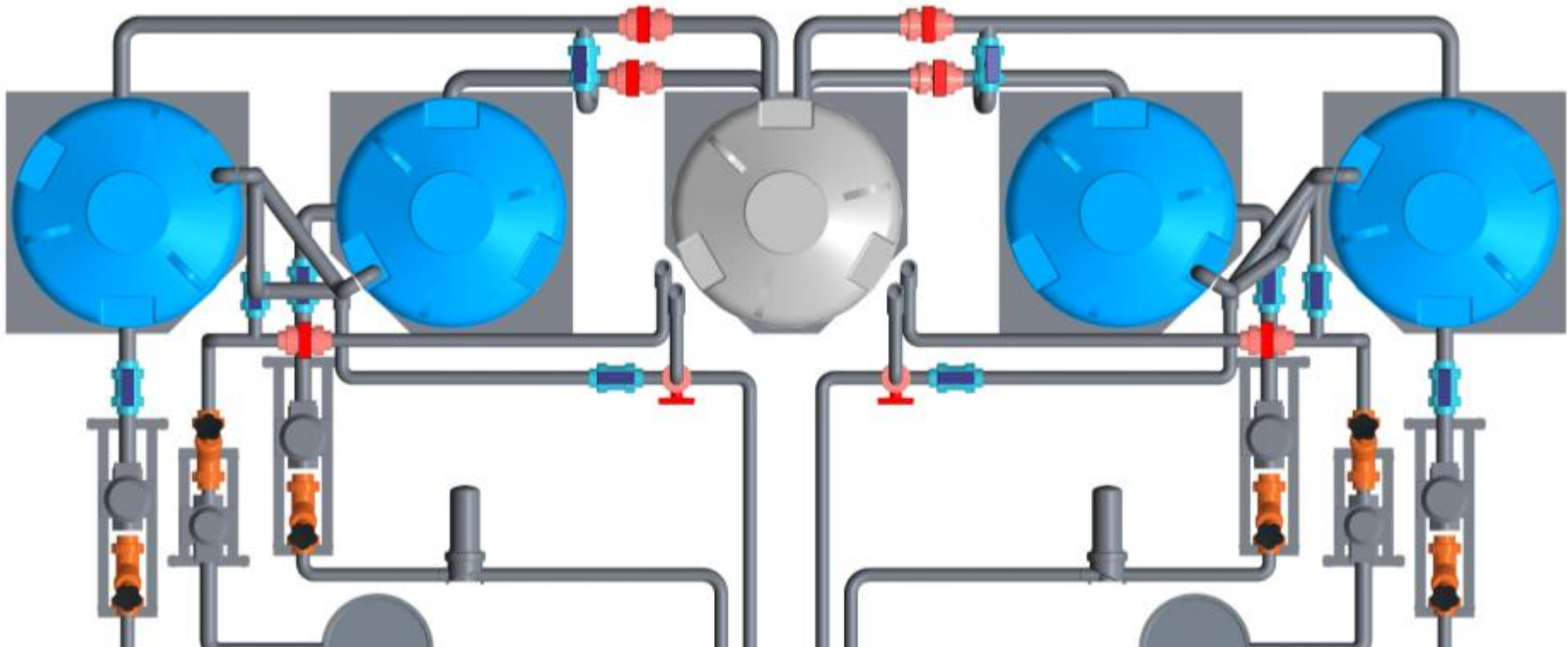
Deux solutions différentes

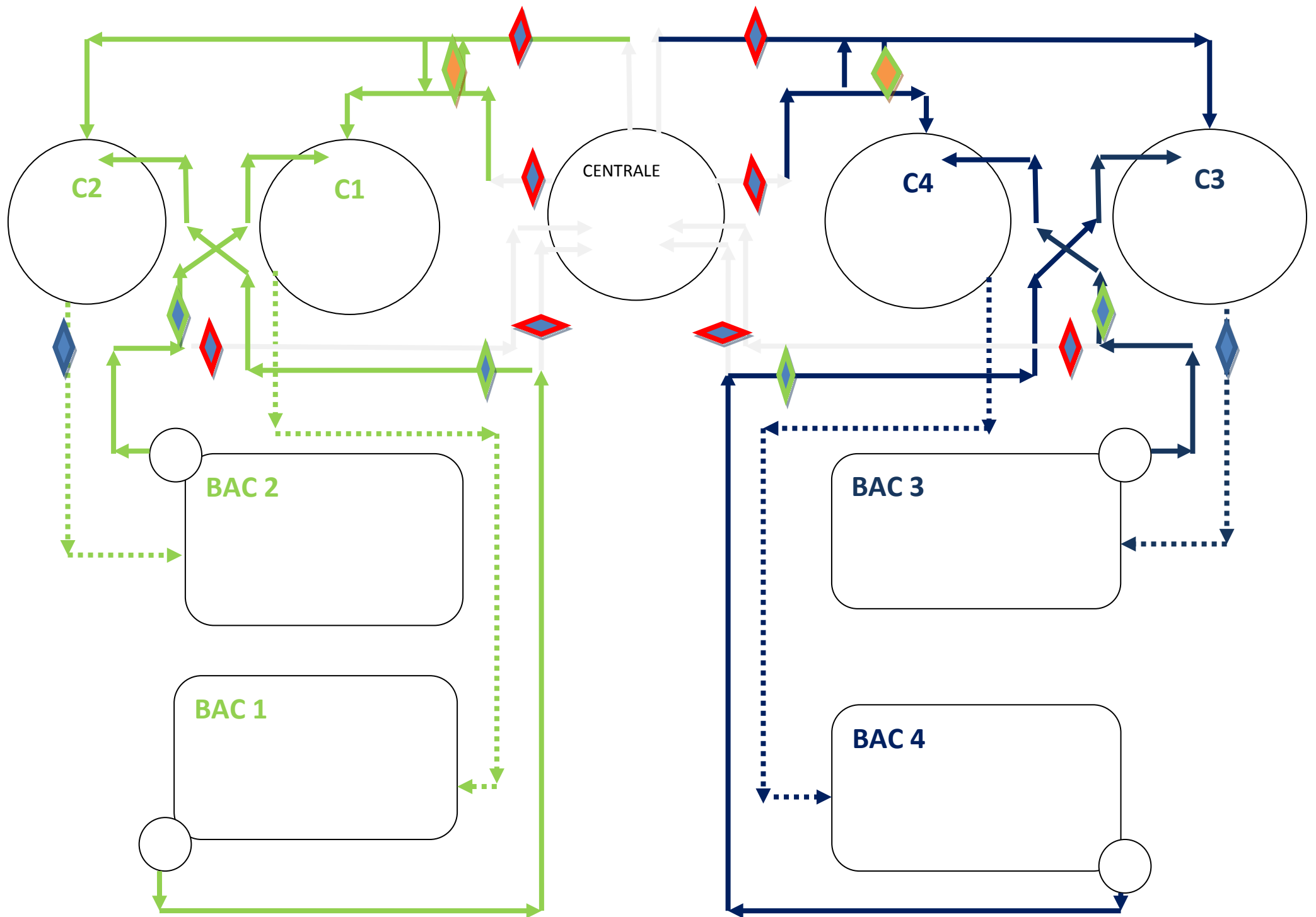
Unités 1 et 2 ensembles / Unités 3 et 4 ensembles

Vanne rouge = fermé

Vanne bleu = ouverte

- On n'utilise pas la cuve centrale
- On utilise les tubes croisés et les vannes de communications oranges





MODE 4 UNITES INDIVIDUELLES

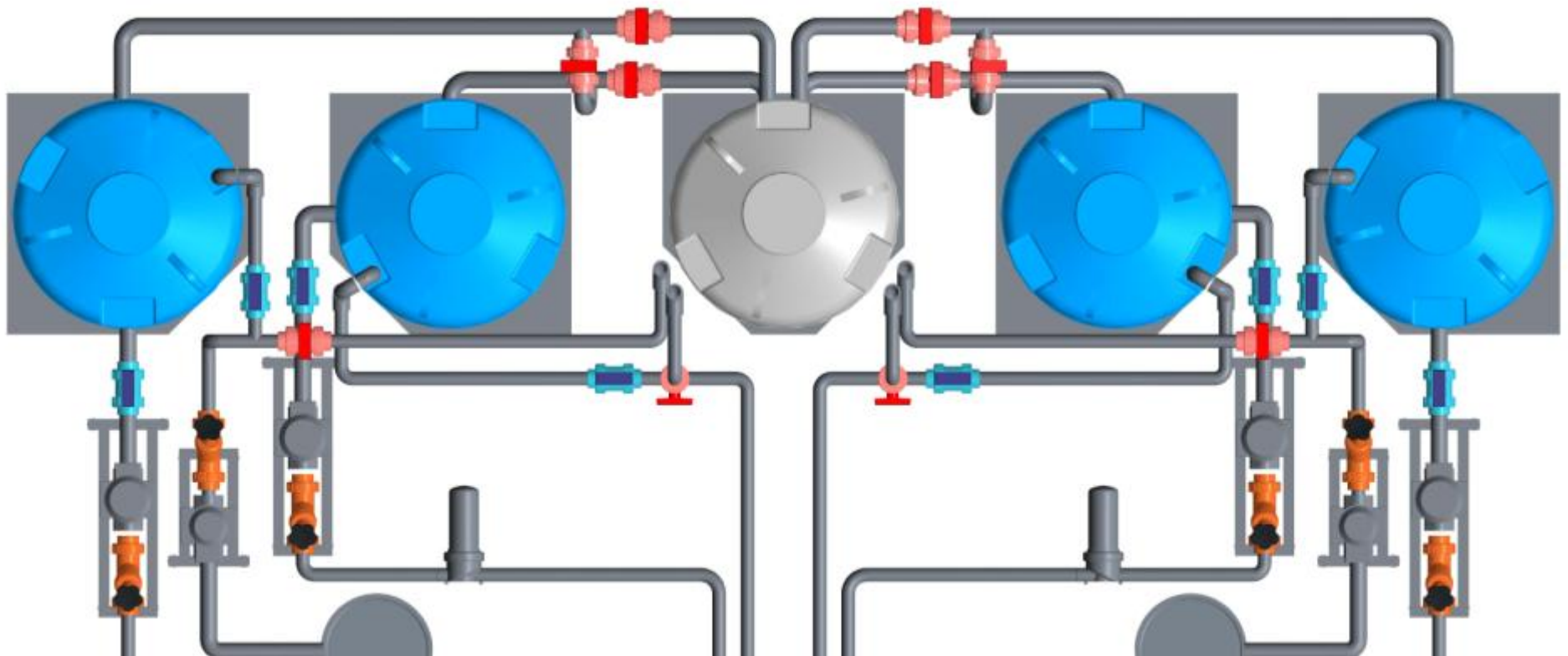
Quatre solutions différentes

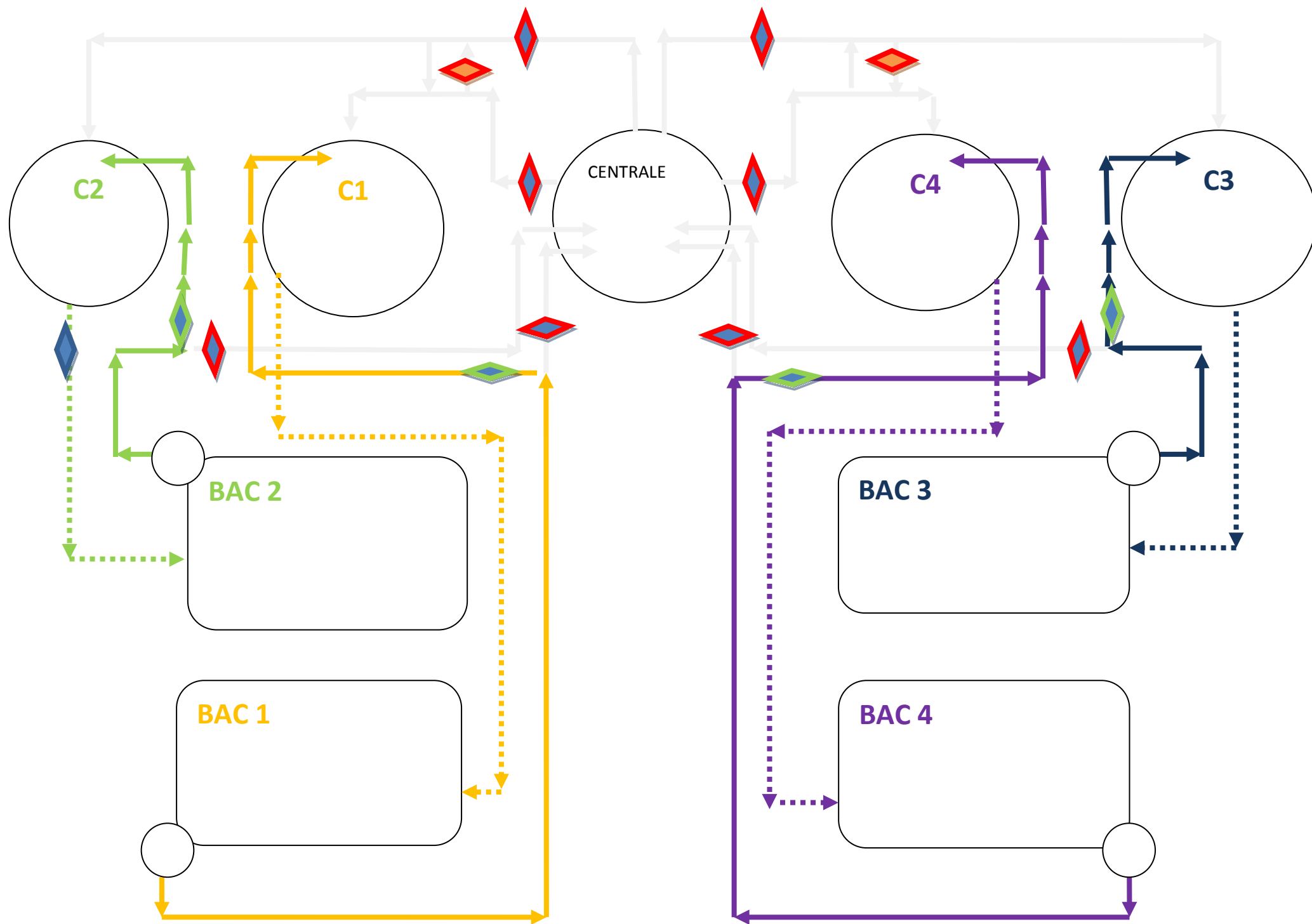
Unité 1, unité 2, unité 3, unité 4

Vanne rouge = fermé

Vanne bleu = ouverte

- On n'utilise pas la cuve centrale
- On n'utilise pas tubes croisés et les vannes de communications oranges





MODE 4 UNITES ENSEMBLES

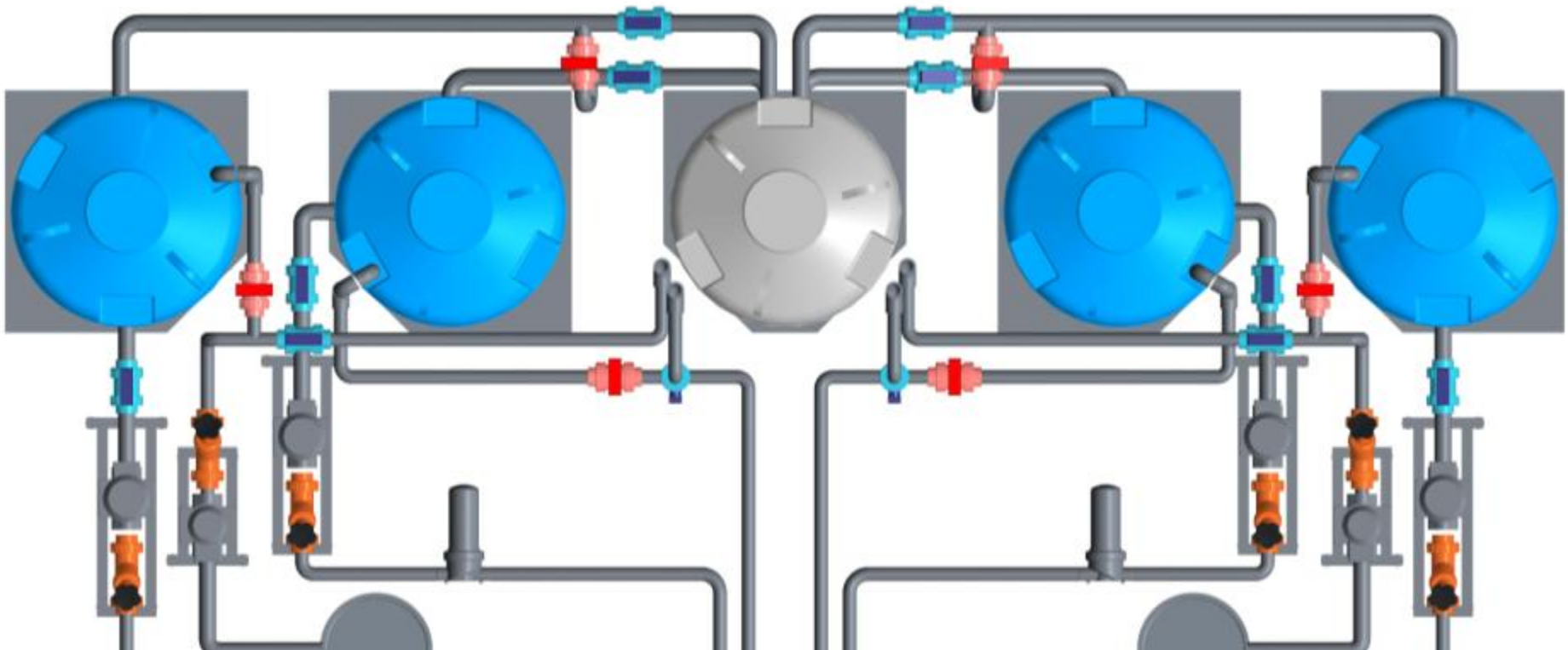
Une solution unique

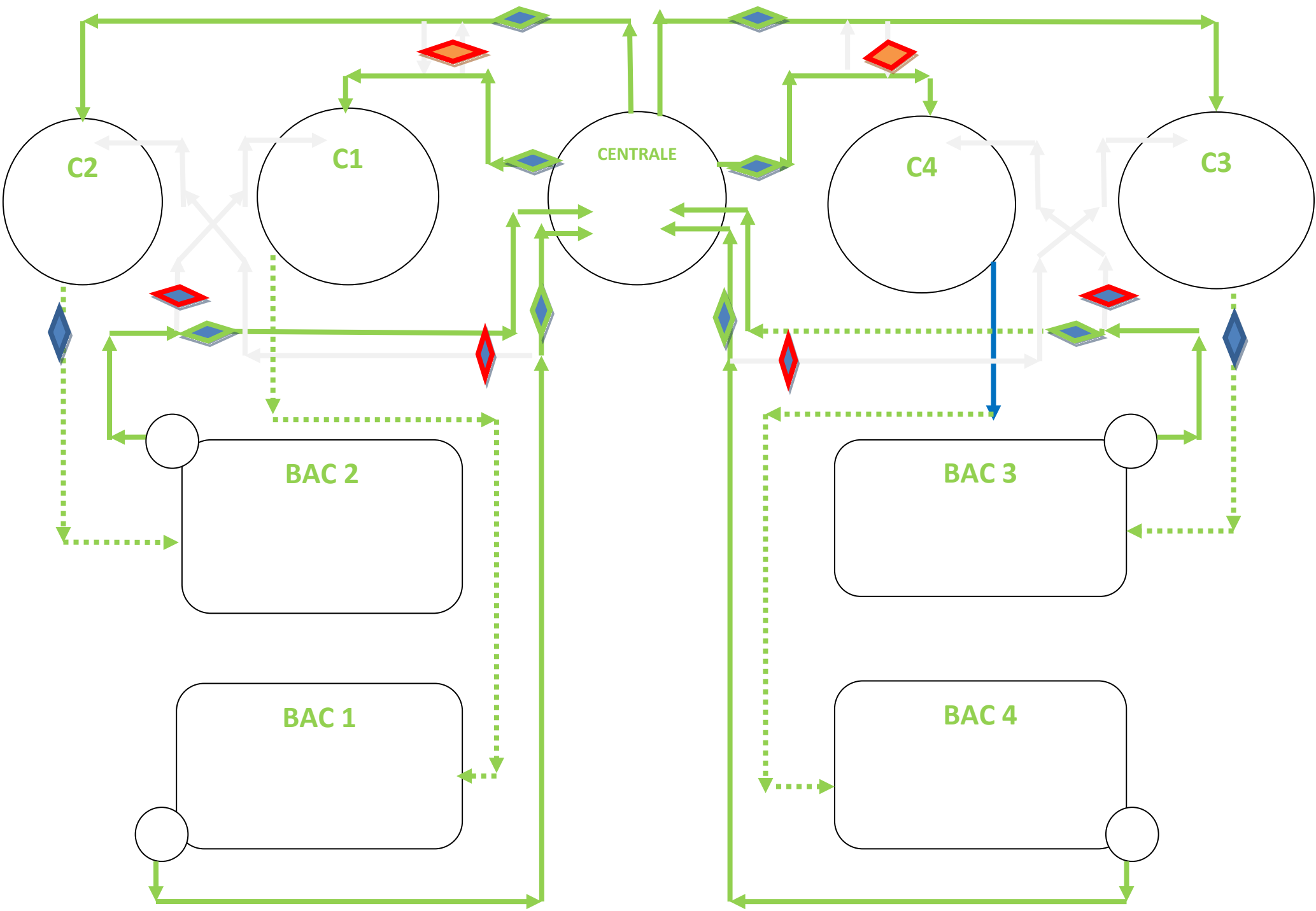
Les Unités 1, 2, 3, et 4 ensemble

Vanne rouge = fermé

Vanne bleu = ouverte

- On utilise la cuve centrale
- On n'utilise pas les tubes croisés ni les vannes de communications oranges





Annexe5 : Groupe froid de la solution

Présentation :

Le système de refroidissement de la solution nutritive est constitué :

- D'un groupe froid, qui régule la température du liquide de refroidissement situé à l'extérieur de la serre 17.
- De 5 serpentins, un dans chaque cuve, dans lesquels circule le liquide de refroidissement qui au contact de la solution régule sa température.
- De 5 sondes températures protégées par une gaine en inox, situées dans chaque cuve au contact de la solution.
- De 5 thermostats situés dans le phytotron, qui pilotent la régulation.

Principe :

L'ensemble des unités fonctionne en circuit fermé et le passage répété de la solution nutritive à travers les pompes augmente sa température. Pour éviter cela, la solution nutritive est refroidie par 5 serpentins en inox situés dans les 5 cuves.



Ils régulent la température de la solution grâce à la circulation d'un liquide de refroidissement dont la température est maintenue par un groupe électrique situé à l'extérieur de la serre 17 (refroidisseur d'eau MTA ; CY020).

La circulation du liquide de refroidissement est contrôlée par une électrovanne située au dessus de sa cuve bleue :



Chaque électrovanne est contrôlée par une sonde de température située dans chaque cuve et pilotée par un thermostat ELIWELL Controls DR4000 :



En **vert**, la température de consigne, en **rouge** la température réelle dans chaque cuve bleue.

Lorsque l'électrovanne est en cours de fonctionnement, elle s'ouvre progressivement : « **OUT1** » s'affiche sur le thermostat :



!! Précaution !!

**AVANT DE METTRE LE REFROIDISSEUR A L'ARRET A L'EXTERIEUR DE LA SERRE,
VERIFIEZ SUR LE THERMOSTAT QUE L'ELECTROVANNE EST FERMEE**

= « OUT1 » N'EST PAS AFFICHE

Visualisation de la position ouverte et fermé de la vane :



FERMEE



EN COURS D'OUVERTURE



OUVERTE

Fonctionnement :

En début d'expérimentation, au cours de l'étape de rinçage et lors de la mise en solution, le système de refroidissement de la solution est à mettre en marche :

➤ Au niveau du groupe froid :

A l'arrière de la serre 17, mettre le groupe froid (MTA ; CY020) sur marche en positionnant le bouton marche arrêt rouge sur 1.

Bouton marche/arrêt



➤ Au niveau du thermostat :

-Réglage du thermostat (ELIWELL Controls DR4000):

-appuyer sur la touche « set »,

- puis faites varier votre valeur de consigne avec les touches « up » et « down ».



Mesures & suivi

Notice Rhizoscope

01/01/2013

CIRAD

S.ROQUES

A.DARDOU

Le Rhizoscope permet de créer différentes possibilités de contraintes abiotiques comme notamment des stress nutritifs. Au sein de cette cellule, vous disposez d'outils fixes (les sondes pH) et portatifs (le Consort C5020) vous permettant de contrôler vos conditions culturales.

Le CONSORT C5020



Cet appareil est localisé dans le SAS du Rhizoscope. Il dispose de 3 sondes : oxymétrie, pH et conductivité. Cet appareil fonctionne grâce à une batterie rechargeable sur secteur ; un logo vous indique son niveau sur l'écran, en fonctionnement. En dessous d'une barre sur trois, il est vivement conseillé de recharger l'appareil sur l'une des deux prises situées en face de l'autoclave ou à l'entrée du Rhizoscope.

Raccordez les électrodes de mesure aux prises au dessus de l'écran de l'appareil pH/mV ou EC/O². Deux fiches supplémentaires de température sont reliées à chaque électrode ; elles permettent de compenser la différence de T°C.

Si vous utilisez deux sondes simultanément, vous pouvez n'utiliser qu'une seule paire de ces fiches compensatrices.

SONDE pH SP10T



La référence est inscrite sur le câble de la sonde.

Cette sonde vous permet de mesurer le pH et l'oxydoréduction de manière dissociée.

A quel moment mesurer le pH ?

L'évolution du pH est à suivre dès la préparation de l'expérimentation. Cependant, nous vous conseillons de le suivre à différents moments :

- au labo : lors de la préparation des solutions mères (cf. fiche technique n°11 _ Préparation des solutions mères) ;
- dans les cuves bleues AVANT la mise en solution (pH fourchette attendue) ;
- deux heures APRES la mise en solution et ce quel que soit la configuration choisie (1 bac / 2 bacs / 4 bacs), afin de s'assurer de l'homogénéité du mélange.
La mesure se fera successivement dans le bac de culture et dans sa cuve de reprise.
- en cours de culture : de manière journalière via la fiche de suivi.

A quel moment mesurer l'oxydoréduction ?

La mesure de l'oxydoréduction est d'abord importante au moment de la mise en solution et dans la semaine de culture. Ce paramètre associé au pH, vous apporte des informations complémentaires quant à l'assimilation des éléments par le végétal.

Il est donc possible et conseillé de le suivre tout au long de l'expérimentation.

Quelques recommandations pour une culture :

La première semaine de culture

- sonde pH plongée en bord du bac de culture
- retrait du dernier cache lumière sans risque d'endommagement du plant
- vérification de l'homogénéisation du mélange de la solution nutritive

Les semaines suivantes

- sonde pH plongée dans la cuve de reprise si végétal fragile, sinon continuer dans le bac de culture

Attention : dans la cuve de reprise, bien vérifier que la sonde soit constamment immergée car le niveau évolue.

Entretien

Lorsque qu'elle n'est pas utilisée, la sonde pH est à maintenir dans une solution de stockage : chlorure de potassium 3M du réfrigérateur situé au vestiaire de la serre 17 ; ou à défaut de l'eau osmosée.

Avant et après mesure, la sonde doit être rincée à l'eau osmosée ; une pissette est réservée à cet effet dans le SAS du Rhizoscope.

Calibration pH

Avant chaque expérimentation et si besoin en cours de culture, calibrez la sonde pH de la manière suivante :

Utilisez les 2 gammes étalons pH 4 et pH 7 stockées dans le réfrigérateur de la serre 17

Sortez-les au moins une heure avant la calibration ; les flacons doivent être à température ambiante.

Allumer l'appareil.

1. Appuyer sur MODE et sélectionner pH. Ensuite appuyez sur CAL pour commencer la calibration.
2. L'affichage montre plusieurs tampons en mémoire, choisissez les tampons suivants : 4.00 / 7.00
3. Sur l'écran s'affiche : « Rincez l'électrode et immergez la dans le premier tampon 7.00. » Choisissez ETALONNER, appuyez sur CAL et attendre que la valeur se stabilise. Rincez à nouveau la sonde et passer au tampon suivant 4.00
4. Sur l'écran s'affiche : « Rincez l'électrode et immergez la dans le premier tampon 4.00. »
5. Choisissez ETALONNER, appuyez sur CAL et attendre que la valeur se stabilise.
6. L'appareil vous indique alors que la calibration est réussie.

Après et selon votre besoin, éteignez l'appareil ou passez aux mesures du pH.

Calibrations Oxydoréduction

1. Sélectionner mV en appuyant sur MODE, une précédente calibration s'affiche : appuyez sur CAL
2. Plongez l'électrode dans la solution de référence 0.1 M KCl =12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (la même utilisée pour l'électrode conductivité : cf. paragraphe Références pour Sonde Electro-conductivité SK10T)
3. Choisissez ETALONNER, programmez la valeur désirée et appuyez sur CAL.

Mesures pH

Retirez la sonde de la solution de stockage, rincez-la à l'eau osmosée.

Sélectionner pH en appuyant sur MODE, puis avec les flèches.

Plongez la sonde dans le bac et attendez que la valeur se stabilise, notez-la sur la fiche de suivi.

Faire de même pour le ou les bacs de culture en cours d'expérimentation.

Après la mesure, rincez à nouveau la sonde et la stocker dans sa solution de stockage.

Ne jamais la laisser à l'air libre.

Mesures Oxydoréduction

Procédez de la même manière mais en sélectionnant mV sur MODE.

Références

Ci-après, les références des gammes étalons chez Fisher Scientific



TAMPON PH 4,00 $\pm 0,02$ PHTALATE ROUGE CERTIFIE NIST

Fisher Chemicals code : J/2825/08

Conditionnement : 500 ml

Emballage : bouteille plastique

Marque : FISHER CHEMICAL

Conditionnement : 500 ML

Ancienne référence : W0365D



TAMPON PH 7,00 $\pm 0,02$ PHOSPHATE JAUNE CERTIFIE NIST

Fisher Chemicals code : J/2855/08

Conditionnement : 500 ml

Emballage : bouteille plastique

Marque : FISHER CHEMICAL

Conditionnement : 500 ML

Ancienne référence : W03662



La référence est inscrite sur le câble de la sonde.

A quel moment mesurer l'électro - conductivité ?

- Lors de la préparation de la solution nutritive, contrôlez la conductivité des solutions mères.

Solution	Elément	EC
NH4 + Mg	(NH4)2SO4	Entre 63 et 65 mS/cm
	MgSO4.7H2O	
Ca + K	Ca(NO3)2.4H2O	Entre 86 et 91 mS/cm
	KNO3	
FeEDTA	FeSO4	Entre 5.76 et 6.29 mS/cm
	Na2EDTA	
Oligo-éléments	MnSO4.H2O	Entre 1730 et 1900 µS/cm
	(NH4)6Mo7O24.4H2O	
	ZnSO4.7H2O	
	CuSO4.5H2O	
	H3BO3	
KH2PO4	KH2PO4	Entre 14,31 et 14.86 mS/cm

- **Avant de remplir les cuves d'eau osmosée**, vérifiez la conductivité à la sortie de l'osmoseur. Elle doit être inférieure à 40 mS /cm
Si elle est nettement supérieure à cette valeur, en faire part aux responsables du Rhizoscope ou aux techniciens de la serre 17.
- **Après la mise en solution**, en utilisant la solution CIRAD, la conductivité doit être comprise entre 750 & 950 μ S/cm.

Entretien

Lorsque qu'elle n'est pas utilisée, la sonde EC est à maintenir dans de l'eau osmosée.

Avant et après mesure, la sonde doit être rincée à l'eau osmosée ; une pissette est réservée à cet effet dans le SAS du Rhizoscope.

Calibration

Pour être sûr que la sonde soit bien propre, plongez-la dans de l'eau osmosée pendant minimum 30 minutes avant de la calibrer.

Avant chaque expérimentation et si besoin en cours de culture, calibrez la sonde EC de la manière suivante :

Utilisez les 3 gammes étalons EC stockées dans le réfrigérateur de la serre 17 :

- 84 μ S/ cm \approx 0.0006 M KCl
- 1413 μ S/cm = 0.01 M KCl
- 12880 μ S/cm = 0.1 M KCl

Sortez-les au moins une heure avant la calibration ; les flacons doivent être à température ambiante.

Allumer l'appareil.

1. Appuyer sur MODE et sélectionner [S/cm]
2. Pour passer à l'étalonnage, appuyez sur CAL
3. L'affichage indique un des 3 étalons en mémoire, choisir le 0.01 M KCl et commencer
4. Après avoir rincé la sonde avec de l'eau osmosée, plongez-la dans un bécher contenant le premier étalon 0.01 M KCl
5. Appuyez sur CAL et attendre que la valeur se stabilise; suivez les indications de l'appareil en passant au deuxième étalon 0.1 M KCl
6. Renouveler l'opération jusqu'à la dernière solution 1 M KCl
7. Sortez du menu CAL

Après et selon votre besoin, éteignez l'appareil ou passez aux mesures.

Mesures

Retirez la sonde de la solution de stockage, rincez-la à l'eau osmosée.

Sélectionner EC en appuyant sur MODE, puis avec les flèches sur mS/cm.

Plongez la sonde dans le bac et attendre que la valeur se stabilise; notez-la sur la fiche de suivi.


Faire de même pour le ou les bacs de culture en cours d'expérimentation.


Après la mesure, rincez à nouveau la sonde et la stocker dans sa solution de stockage.


Ne jamais la laisser à l'air libre.

Références

Ci-après, les références des gammes étalons :

 HI 7033 Conductivity Calibration Solution
84 $\mu\text{S}/\text{cm}$ @25°C

 HI 7031 Conductivity Calibration Solution
1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ @25°C

 HI 7030 Conductivity Calibration Solution
12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ @25°C

SONDE OXYGENE PT1K



A quel moment mesurer l'oxygénation ?

Après la mise en solution et de façon journalière, à noter également sur la fiche de suivi.

Valeurs attendues :

- Référence à l'air libre sans courant d'air : entre 8.40 et 8.60 ppm d'oxygène.
- Référence en hydroponie au Rhizoscope : entre 6.30 à 8 ppm d'oxygène ou 73 à 95 % d'oxygène.

Au Rhizoscope, ces variations dépendent étroitement du niveau de l'hydroponie, c'est-à-dire des niveaux des tubes d'écoulement dans les bacs de culture.

Entretien

Avant une longue période de non utilisation, procédez au nettoyage de la sonde.

Attention ne jamais utiliser de papier émeri ou de la fibre de verre : préférez du papier Witman.

1. Dévissez la tête de mesure.
2. Nettoyez la sonde avec de l'eau osmosée ainsi que son capuchon; absorbez les gouttes d'eau restantes.
3. Remplissez de solution électrolytique le capuchon à l'aide d'une pipette juste avant débordement.
4. Plongez la sonde dans de l'eau osmosée et revissez doucement en position verticale. Il ne doit pas y avoir de bulles d'air.
5. Nettoyez.
6. Maintenir la sonde « tête en bas » **pendant 24 heures avant de l'utiliser** pour des mesures classiques.

Calibration

Allumer l'appareil.

Sélectionner O2 en appuyant sur MODE.

Appuyez sur CAL pour étalonner.

Maintenir la sonde à l'air libre, sans courant d'air et en position verticale.

Attendre que la valeur se stabilise.

Mesures

Sélectionner O2 en appuyant sur MODE.

Plongez la sonde dans le bac et agiter régulièrement.

Attendre que la valeur se stabilise, notez la sur la fiche de suivi.

Faire de même pour le ou les bacs de culture en cours d'expérimentation.

Après la mesure, rincer à nouveau la sonde et la protéger à l'aide de l'embout en plastique noir.

Elle peut être maintenue à l'air libre.

Références



Galvanic O2 Fill Solution

R001069 30 ML

Ou 65% Ethylene Glycol + 35% 0.5M NaOH